



José Raúl Canay Pazos

**EL USO DE ENTORNOS VIRTUALES
DE APRENDIZAJE EN LAS
UNIVERSIDADES PRESENCIALES:
UN ANÁLISIS EMPÍRICO SOBRE LA
EXPERIENCIA DEL CAMPUS VIRTUAL
DE LA USC**

Índice

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.....	7
-------------------	---

CAPÍTULO 2

HACIA UNA FORMULACIÓN DE LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO.....	17
Definición de conocimiento	18
Tipos y características del conocimiento	20
PENSADORES Y CREADORES DE LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO.....	23
Pensadores.....	23
Constructores	26
¿SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN O DEL CONOCIMIENTO?.....	33
LA ECONOMÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO	39
Cuatro aproximaciones a la Economía basada en el Conocimiento ...	41
El rol instrumental de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	44
La convergencia tecnológica.....	51

CAPÍTULO 3

UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD	57
Evolución histórica de la misión y las funciones de la Universidad.....	59
Retos ante el inicio del siglo XXI	66
Las universidades ante el reto de la masificación.....	66
El contrato de la Universidad con su entorno.....	68
La Universidad como motor económico	69
Los resultados de la educación superior.....	72
Tasas de rendimiento y teoría del capital humano	75
Expectativas y percepción ante la educación superior	79
El rendimiento académico	83
Condicionantes del rendimiento académico	85

CAPÍTULO 4

DEL E-ELEARNING AL CAMPUS VIRTUAL	93
El Campus Virtual en la universidad presencial	94
Tipología de Campus Virtuales	95
EVOLUCIÓN DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA USC	99

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS EMPÍRICO DE LOS DETERMINANTES DE USO DEL CAMPUS VIRTUAL EN LA USC.....	117
Introducción a los modelos de recuento.....	119
Modelos de regresión	122
Los modelos de regresión de recuento	125
Muestra y fuentes de datos.....	145
Caracterización de la muestra	147
Metodología econométrica	150
Descripción del modelo	150
Determinación del método de estimación	150
Determinación del modelo de estimación completo	154
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	157
Interpretación del modelo de pertenencia al grupo reacio	159
Interpretación del modelo de comportamiento del grupo no reacio	162
Resultados por Campus y áreas.....	164
Modelo por Campus.....	166
Modelo por áreas	167

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES	171
APÉNDICE.....	177
Bases de datos	177
Elaboración	177
Problemas detectados	179
Scripts	179
Ejemplos.....	182
BIBLIOGRAFÍA	185

Índice de gráficos

Cuadros

CUADRO 1. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	10
---	----

Gráficos

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN GLOBAL POR CAMPUS (2003-2004 Y 2005-2006)	102
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN GLOBAL POR ÁREAS (2003-2004)	103
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN GLOBAL POR ÁREAS (2004-2005)	103
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN GLOBAL POR ÁREAS (2005-2006)	104
GRÁFICO 5. FUNCIÓN DE POISSON PARA DISTINTOS PARÁMETROS μ	127

Tablas

TABLA 1. EVOLUCIÓN DE LAS TI EN LAS ORGANIZACIONES.	45
TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA WEB COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN	50
TABLA 3. DIMENSIONES DE LOS RESULTADOS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR..	74
TABLA 4. EVOLUCIÓN DE AULAS VIRTUALES EN LA USC ANTES DE LA CREACIÓN DEL CETA (CETA, 2004)	100
TABLA 5. NÚMERO DE ALUMNOS REGISTRADOS COMO USUARIOS DEL CAMPUS VIRTUAL	101
TABLA 6. PORCENTAJE DE USUARIOS SOBRE LA MATRÍCULA.ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE CETA (2004 Y 2005) Y USC (2005 Y 2007)	101
TABLA 7. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE MATERIAS EN EL CAMPUS VIRTUAL	105
TABLA 8. INCORPORACIONES Y BAJAS EN EL CAMPUS VIRTUAL POR TITULACIONES	106
TABLA 9. NÚMERO DE AULAS VIRTUALES POR TITULACIÓN	108
TABLA 10. EVOLUCIÓN TITULACIONES CON 1 O 2 MATERIAS EN EL CURSO 2003-2004	110
TABLA 11. EVOLUCIÓN TITULACIONES CON DE 3 A 6 MATERIAS EN EL CURSO 2003-2004	111

TABLA 12. TITULACIONES CON 10 O MÁS MATERIAS EN EL CURSO 2004-2005 .	112
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA. VARIABLES RELACIONADAS CON LA MATERIA	118
TABLA 14. VARIABLES RELACIONADAS CON LOS SUJETOS	119
TABLA 15. VARIABLES DE ANÁLISIS	146
TABLA 16. VARIABLES DE AGRUPACIÓN	147
TABLA 17. VARIABLES RELACIONADAS CON EL ESTUDIANTE	148
TABLA 18. VARIABLES RELACIONADAS CON LA MATERIA	148
TABLA 19. DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR ÁREA DE CONOCIMIENTO..	149
TABLA 20. DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR CAMPUS	149
TABLA 21. DISTRIBUCIÓN DEL ALUMNADO POR CAMPUS Y ÁREA	149
TABLA 22. DISTRIBUCIÓN DE LAS MATERIAS POR CAMPUS Y ÁREA	149
TABLA 23. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE ACCESOS ..	151
TABLA 24. RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN POISSON	152
TABLA 25. COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS MODELOS DE RECuento	153
TABLA 26. MODELO COMPLETO.	155
TABLA 27. AIC Y BIC DEL MODELO COMPLETO VS. MODELO ALTERNATIVO..	156
TABLA 28. AIC Y BIC DEL MODELO ALTERNATIVO VS. MODELO COMPACTO .	156
TABLA 29. MODELO DE TRABAJO DEFINITIVO	158
TABLA 30. RESULTADO DEL TEST DE WALD PARA EL MODELO DE PERTENENCIA AL GRUPO REACIO	159
TABLA 31. RESULTADOS PARA EL MODELO DE PERTENENCIA AL GRUPO REACIO	160
TABLA 32. RESULTADOS PARA EL MODELO DE COMPORTAMIENTO DEL GRUPO NO REACIO	162
TABLA 33. RESULTADO DEL MODELO POR CAMPUS	165
TABLA 34. RESULTADO DEL MODELO POR ÁREAS	166

CAPÍTULO 1

Introducción

El presente trabajo es el primer resultado de una línea de investigación abierta como consecuencia de la experiencia acumulada en otras dos facetas de un profesor universitario: la docencia y la gestión.

En la primera de ellas, una serie de coincidencias me llevaron a ser el primer docente en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales del Campus de Santiago que participó en la experiencia piloto que desembocaría en el actual Campus Virtual de la USC, convirtiendo a “Sistema Informativo Contable” en una materia pionera a la hora de integrar la web en el desarrollo ordinario de la docencia presencial en la licenciatura de Administración y Dirección de Empresas (ADE).

La materia en cuestión es una buena candidata para este tipo de experiencia: se imparte en el último cuatrimestre de quinto de carrera, con una matrícula reducida y un temario orientado a la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) al proceso de gestión empresarial en general y al contable en particular.

En general, la respuesta que se observó entre el alumnado fue buena. En una materia con una orientación eminentemente práctica se encontraban con una herramienta que podía modificar, en parte, su comportamiento a la hora de abordar la superación de una materia.

La posibilidad de realizar consultas al profesor en cualquier momento del día y, sobre todo, poder descargar en cualquier momento el material utilizado en la parte teórica eran características que siempre se destacaron cuando se les preguntaba, de una forma totalmente informal, su opinión de

la, en aquel momento, novedosa herramienta que la USC estaba implementando.

Sin embargo, en el análisis del uso de la plataforma por el alumnado, a través de las herramientas de gestión para el profesor que facilita la herramienta utilizada, era sistemática la existencia de una proporción de matrícula que nunca accedía al Campus Virtual.

También de forma informal se obtenían algunas justificaciones a esta situación, siendo la más habitual el manifestar que en el domicilio habitual durante el curso no tenían acceso a Internet, mientras que un porcentaje algo menor manifestaba que su falta de uso se derivaba de la poca utilidad que le encontraban al sistema. Por último, un reducido grupo reconocía abiertamente que no les gustaban los ordenadores y que, en consecuencia, evitaba su uso siempre que les fuese posible.

La faceta de gestor se inicia en abril de 2003 cuando el Rector Barro Ame-neiro me invita a incorporarme al segundo nivel del organigrama del equipo rectoral como Asesor de innovación educativa e integración de tecnologías en los centros. El objetivo estratégico que se me asignó fue la puesta en marcha de un servicio universitario que diese cobijo institucional al proyecto piloto que se estaba realizando en el ámbito del uso de plataformas de aprendizaje en la USC y lo convirtiese en un elemento básico para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.

En este papel, la primera preocupación era trasladar al profesorado de la USC la utilidad de esta herramienta para el desarrollo de su actividad docente. A través de una política de difusión del servicio, la utilización de programa de incentivación del uso del Campus Virtual y el efecto del boca a boca, el número de personal docente implicado en el Campus Virtual se ha incrementado sin pausa a lo largo de estos años, haciendo que lo que comenzó como un proyecto piloto utilizado por pocas titulaciones y en el que participaban, empleando la terminología de Bates (2001), llaneros solitarios se convirtiese en un elemento más en el día a día de la USC.

Si la respuesta fue buena entre el personal docente, lo mismo se puede decir para el caso del alumnado. El número de usuarios únicos se incrementaba año a año y, en consecuencia, las consultas y apreciaciones que hacían llegar a los responsables del Campus Virtual.

Al igual que había pasado en el caso de esa materia pionera para unos pocos estudiantes de ADE, las apreciaciones positivas hacían especial in-

cidencia en la sensación de libertad que les proporcionaba el saber que los apuntes de clase de sus materias virtuales estaban siempre disponibles para su consulta, y que, en muchos casos, podían hacerle llegar al docente su consulta a cualquier hora.

No obstante la consulta de los registros de usuario obtenidos a través de las herramientas de administración de usuarios señalaban la sistemática existencia de una proporción de matriculados que nunca accedían al Campus Virtual.

En este caso, y a lo largo de los primeros años de vida del Campus Virtual, se identificaron tres situaciones. En la primera de ella, nos encontrábamos con aquellos que, queriendo utilizar el Campus Virtual se registraban como usuarios en el sistema pero no existía ninguna aula virtual para sus materias (o, en determinados casos, para el grupo de clase al que pertenecían).

En el otro extremo estaban aquellas personas que, existiendo alguna de las materias de su matrícula en el Campus Virtual, no se registraban como usuarios en el sistema, dejando bien a las claras su desinterés por esta herramienta. La casuística se cerraba con aquellas personas que, habiéndose registrado como usuarios en el Campus Virtual y teniendo materias en las que emplearlo, no lo hacían.

Como gestor del Campus Virtual, el buscar explicaciones a esta situación se convertía en una tarea a abordar, ya que, si consideramos que la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje se puede interpretar como una intervención en la forma habitual de trabajo de la organización y que su mera adopción no asegura que su uso sea el adecuado, es básico que los usuarios (docentes y discentes) entiendan y acepten la racionalidad subyacente a su integración, ya que las TIC no son más que herramientas que favorecen cambios en el proceso docente tradicional, por lo que la forma en la que se lleva a cabo es uno de los principales factores para explicar los resultados obtenidos con ella (Markus y Benjamin, 1997), máxime en un periodo en el que institucionalmente se está apostando por la incorporación de esta herramienta en el quehacer diario de la comunidad.

Al estar la docencia integrada en la actividad básica de la Universidad y, por lo tanto, estructuralmente tender a la inercia, es de esperar que, como señalan Hannan y Freeman (1984), la puesta en marcha de cambios sea difícil, sobre todo cuando la organización está gobernada por dicha inercia. En este caso, el modelo de cambio organizativo es episódico, discontinuo e

intermitente, por lo que los cambios deben ser intencionados, ya que tienen un enorme impacto en la misma (Munduate y Bennebroek, 2003).

Es en este punto donde confluyen la docencia y la gestión con la investigación. En la Universidad, la justificación de la racionalidad del cambio se puede basar, en parte, a través de indicadores que permitan medir la influencia que el uso del Campus Virtual tiene el rendimiento del alumnado en la Universidad presencial.

Esta búsqueda conforma en sí misma una gran línea de investigación en la que iremos profundizando en los próximos años a partir de las dos grandes etapas que esbozamos en el *Cuadro 1*. En cada una de ellas estamos seguros que irán surgiendo nuevos interrogantes y, por lo tanto, nuevas líneas de trabajo.

Etapas	Efecto a estudiar
Antecedentes	Acceso al Campus Virtual
Consecuencias	Rendimiento académico

Cuadro 1. Programa de investigación

La investigación que vamos a abordar a lo largo de los próximos capítulos se enmarca en la etapa de los antecedentes y busca acercarse al por qué del uso del Campus Virtual desde la óptica del alumnado, ya que consideramos que el estudio de los elementos que favorecen (o frenan) el uso de las mismas es el paso previo necesario para poder abordar con mayores garantías el análisis de la influencia del Campus Virtual en su rendimiento.

Por ello, el objetivo establecido para el presente trabajo es identificar algunos de los factores que afectan al acceso del alumnado a las materias presentes en el Campus Virtual. Con ello se pretende aportar evidencias empíricas que mejoren el conocimiento sobre su uso, lo que será de ayuda en el complejo debate en torno a cómo influye la utilización de herramientas de formación en línea y la aceptación de las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para abordar este objetivo se hace necesario una caracterización del entorno en el que se desarrolla el proceso docente y discente. Por ello, la primera parte de nuestro trabajo pivota sobre la idea del conocimiento. Este concepto, tan intuitivo en primera instancia y tan difícil de acotar en cuan-

to se quiere plasmar en una definición que tenga consideración de universal, se ha convertido en uno de los adjetivos habituales a la hora de clasificar la sociedad occidental actual. El cómo se ha configurado esta apreciación se repasa a través de los pensadores y los creadores de lo que se ha venido denominando, indistintamente, sociedad de la información o sociedad del conocimiento.

Tras posicionarnos en este debate, nos adentramos brevemente en el ámbito de la llamada economía basada en el conocimiento, fuertemente influida por la adopción de las TIC en el proceso productivo de las empresas, donde el concepto de convergencia tecnológica (y en especial la convergencia digital) se destaca como el punto donde confluyen los diversos factores que están modificando la forma tradicional de entender las relaciones económicas y sociales.

Todos estos cambios se están trasladando a la Universidad que no puede permanecer en una actitud estática ante ellos. Aún siendo una estructura poco dada al cambio, a lo largo del tiempo su misión y sus funciones han evolucionado, a veces por delante de la sociedad, otras a remolque de la misma.

Para el siglo XXI, a parte de los retos tradicionales a los que debe seguir dando respuesta, las universidades tienen que enfrentarse a una demanda creciente de educación superior por parte de los ciudadanos, lo que conlleva un proceso de masificación que no se había previamente y al que se tiene que dar una respuesta adecuada.

Sin embargo, este no es el único aspecto al que la universidad tiene que dar respuesta en su nuevo contrato social: la tradicional función formadora no sólo tiene que ser generalizada sino que también debe ser completada con una función de motor económico y de creación de riqueza para los territorios en los que se implanta.

No obstante, la lenta materialización del proceso de creación de riqueza provoca una contradicción que favorece que la universidad aún sea juzgada, fundamentalmente, por su faceta docente. En este punto, aunque los beneficios de la educación superior se puedan clasificar en alguno de los cuadrantes que conforman las dimensiones pública, privada, económica y social, la complejidad de la cuantificación de un concepto tan difuso como “beneficio de la educación” favorece que la mayoría de los estudios académicos

micos se centren en el aspecto más fácilmente cuantificable, no siendo éste sino la relación entre el grado de educación y la renta.

La preponderancia de este enfoque se incardina perfectamente con las expectativas y la percepción que la sociedad tiene de la educación superior, siendo estos dos aspectos fundamentales a la hora de valorar el cumplimiento del contrato social de la Universidad con su entorno.

Para el caso español, si bien la percepción es, en general, buena, ésta queda ligeramente por debajo de las expectativas que se tienen sobre el papel de la educación superior, siendo el aspecto más criticado la incapacidad de preparar al alumnado para insertarse en el mercado laboral, sobre todo porque se considera que estos realizan un gran esfuerzo para la obtención de su titulación académica.

En el sistema educativo la medición objetiva de este esfuerzo se realiza a través de un proceso de evaluación que permite fijar el grado de conocimiento que se ha obtenido sobre una materia determinada, convirtiéndose la nota en la representación socialmente aceptada del esfuerzo realizado.

Esta condición ha favorecido que en el análisis de la nota se haya concentrado gran parte de los estudios sobre los condicionantes del rendimiento académico, el cual, si bien es claramente un fenómeno multifactorial, se analiza a través de la agrupación de los factores sociológicos, pedagógico-didácticos y psicológicos-personales que afectan al alumnado.

En la literatura consultada sobre este tema la trayectoria académica previa parece relevarse como un elemento con amplia capacidad predictiva en el rendimiento académico, con independencia del sistema de educación analizado o del país en el que se ha realizado el estudio, por lo que esta variable tiene que tenerse en cuenta como un elemento básico para analizar el comportamiento de un sujeto, el estudiante, que suponemos sigue un proceso racional en el cual se plantea el qué y el cómo a la hora de afrontar su proceso de aprendizaje, estando el primer interrogante vinculado con los motivos y metas que se fija y la segunda con las estrategias y recursos cognitivos que debe utilizar para alcanzarlos.

Llegados a este punto, constatamos que las Universidades presenciales, en su proceso de adaptación a la corriente mayoritaria de la sociedad, han puesto a disposición de sus estudiantes un nuevo recurso cognitivo, las plataformas de formación en línea, que, bajo las denominaciones Campus Vir-

tual o *e-learning*, se ha convertido en la materialización más visible para la sociedad del proceso de incorporación de las TIC a su quehacer docente.

¿Cuáles son los factores que afectan a la incorporación de este recurso al proceso racional de toma de decisiones del estudiante? Esta pregunta, que resume el objetivo de esta investigación, se intenta contestar a partir el análisis del comportamiento del alumnado de la USC que durante el curso 2005-2006 cursó únicamente materias de primer curso, utilizando para ello herramientas de análisis provenientes del área de la economía.

Esta parte empírica se inicia con un análisis de la evolución del Campus Virtual de la USC, desde su creación a finales del año 2003 hasta el curso académico 2005-2006, del que se puede destacar el incremento en el número de materias presentes en el mismo durante el periodo estudiado, lo que redundaba claramente en la penetración del mismo entre el alumnado.

A continuación, presentamos el metodología que se ha seguido. Partiendo de la naturaleza discreta de la variable objeto de estudio (número de accesos), se presentan los modelos de recuento más extendidos, haciendo un especial hincapié en el basado en la distribución de Poisson, al ser este el que establece el punto de referencia para los modelos más complejos.

Tras este repaso de los principales modelos, el siguiente paso era la selección de aquel que mejor se adaptaba a la realidad que se quería analizar, evitando de esta forma los problemas derivados de adoptar la estrategia contraria, que llevaría a realizar transformaciones orientadas a forzar el ajuste de los datos al modelo seleccionado a priori.

La experiencia docente y de gestión acumulada durante estos años nos indicaba que el modelo binomial negativo de ceros aumentados (ZINB en inglés) era el más adecuado, ya que permitía diferenciar en la población objeto de estudio dos grupos diferenciados.

En el primero de ellos, estarían aquellos que ofrecen un resultado *siempre cero* (en nuestro caso, que nunca accede al campus virtual y al que hemos denominado *reacio*) para la variable estudiada, mientras que el segundo caso, *no siempre cero* (en nuestro caso, lo hemos denominado *no reacio*), estarían aquellos en los que hay una probabilidad de resultados positivos en el número de accesos.

Para corroborar nuestra suposición sobre la adecuación del modelo ZINB sobre los alternativos, se realizaron una serie de contrastes con el objetivo de comprobar que esta hipótesis era correcta.

Una vez que los diversos test realizados dieron en todos los casos como modelo preferido el ZINB, el siguiente paso fue el seleccionar el modelo de estimación más adecuado para las variables disponibles, tras lo cual se obtuvo un modelo de trabajo definitivo, a partir del cual se interpretan los factores que afectan al uso del Campus Virtual de la USC por parte de la muestra seleccionada, diferenciando por un lado el comportamiento del grupo reactivo y por otro el del grupo no reactivo.

Por último, se presentan las conclusiones del estudio, en las cuales se aprovecha para realizar unas recomendaciones que consideramos pueden ser útiles a la hora de reducir, en parte, la aversión al uso de este tipo de herramientas por parte de los estudiantes reacios.

CAPÍTULO 2

Hacia una formulación de la sociedad del conocimiento

En los últimos años expresiones como “sociedad de la información” o “sociedad del conocimiento” se han convertido en términos comunes para describir la realidad social en la que vivimos ya que, si bien la información y el conocimiento han jugado un papel importante a lo largo de la historia de la humanidad, su preponderancia actual han generado una serie de transformaciones sociales que han llevado a la acuñación desde la literatura académica¹ de diversos términos con el afán de reflejar la nueva situación, como son los de “sociedad post-industrial” (Bell, 1976) o “sociedad red” (Castells, 1997), por lo que se hace necesario realizar una aproximación a este difuso concepto para poder abordar los retos a los que se enfrenta la Universidad en las primeras décadas del siglo XXI.

Desde una perspectiva histórica se puede considerar que todas las sociedades han sido y son “sociedades del conocimiento” ya que la habilidad de inventar y de innovar siempre ha sido una fuerza para el desarrollo económico y el bienestar social, al igual que el ascenso de los grandes imperios de la historia, así como el concepto de poder y la autoridad, no se ha basado en el empleo exclusivo de la fuerza física (Davis y Foray, 2003; Sterh, 2003).

Como señala Hansson (2002), quizá el empleo en la ciencia informática de los términos “conocimiento” y “información” es lo que motiva la con-

¹ Sobre la evolución de estos términos se puede consultar, entre otros, a McElhinney (2005).

fusión entre “sociedad del conocimiento” y “sociedad de la información”, por lo que se hace necesario realizar una breve reflexión sobre el concepto “conocimiento” y sus tipos antes de analizar su papel en el entorno social actual.

Definición de conocimiento

Para evitar, en la medida de lo posible, confusiones entre los términos dato, información y conocimiento², los cuales se utilizan en muchas ocasiones como sinónimos, partiremos de una representación piramidal de los elementos citados, en cuya base se encontraría el dato, que se puede considerar como sucesos que pueden ser estructurados para convertirse en información (Tuomi, 2000) y, como recoge la Federación Internacional de Contables (IFAC en inglés) en su documento “Managing information technology planning for business impact”, hacen referencia a hechos, conceptos o instrucciones presentados de una manera formalizada (IFAC, 1999).

Los datos, como mantienen Levitin y Redman (1998), están formados por dos elementos interrelacionados: el modelo y los valores. El primero de los mismos hace referencia a las definiciones de las entidades, sus atributos característicos y las relaciones entre las mismas, mientras que el segundo es una concreción de un atributo de la entidad del modelo de datos. Los datos, por lo tanto, son un conjunto de hechos objetivos y diferenciados que hacen referencia a un suceso y que no dicen nada sobre su propia importancia o relevancia (Davenport y Prusack, 1998) y sólo a partir de su posterior mani-

2 La teoría del conocimiento (epistemología) es una parte importante de la filosofía, por lo que es difícil precisar cuál es su objeto sin indicar de antemano desde qué postura o concepción filosófica se está hablando. Además, el conocimiento es un fenómeno psicológico, sociológico y biológico, por lo que su estudio se puede realizar desde diversos puntos de vista, a partir de múltiples ciencias empíricas. Por ello, hemos adoptado una postura simplificadora sobre el concepto de conocimiento, basándonos en un enfoque que prima la connotación económica del mismo. Las obras de Platón (las ideas o formas constituyen los objetos del conocimiento), Aristóteles (el conocimiento como un proceso de abstracción que permite derivar conceptos o formas a partir de objetos concretos), Santo Tomas de Aquino, Descartes (racionalismo), Locke (empirismo), Hume (escepticismo), Kant (idealismo transcendental), Hegel (racionalismo histórico), Husserl y Heidegger (fenomenología), Wittgenstein (positivismo lógico) permiten a los interesados profundizar en la evolución de la concepción de la naturaleza del conocimiento desde la Grecia Clásica hasta nuestros días. Véase Siggaard-Jensen (2000).

pulación, presentación e interpretación se convierten en información (Earl, 1994).

En el siguiente escalón estaría la información, en el que el dato adquiere un significado específico al ser puesto en un contexto determinado. Si el IFAC (1999), mantiene que la información es el significado asignado a los datos mediante las convenciones aplicadas a los mismos, desde un punto de vista matemático, la Teoría de la Información establece que la información es “la cantidad de incertidumbre que se reduce cuando un mensaje es recibido” (Shannon y Warren, 1949). De esta definición es inmediato inferir que a mayor cantidad de información obtenida, mayor es la certeza que se puede obtener, con lo que, al menos teóricamente, se podría conseguir que el receptor redujese su nivel de incertidumbre hasta cero. Sin embargo las restricciones de tiempo y recursos existentes obligan al decisor a actuar basándose en información incompleta y con un número limitado de alternativas (Simon, 1977), imposibilitando la adopción de la decisión perfecta, por lo que, quizá, la más adecuada para nuestro campo de estudio sea la definición aportada por Bateson (1979), para quien la información es “la diferencia que crea una diferencia”.

La pirámide está coronada por el conocimiento, que es aquello que se cree y valora en base de la acumulación organizada y significativa de la información a través de la experiencia, la comunicación o la inferencia (Zack, 1999). Expresado de otra manera, el conocimiento es creado y organizado por el flujo de la información, fijado por el compromiso y las creencias de su poseedor (Nonaka, 1994).

Por lo tanto, el conocimiento necesita de la participación activa del ser humano, ya que, como manifiestan Vilaseca et al. (2002), el acto de conocer se genera a través de un flujo acumulativo entre tres elementos: la información, el conocimiento manifestado a través de la información y el conocimiento difícilmente manifestable a través de la información puesto que, como señalaba Machlup (1962) el conocimiento es la capacidad humana de aplicar un proceso intelectual a la información perfilada desde datos, ejemplos, evidencias y fenómenos para dotarla de un sentido.

Por su parte, McDermott (1999) define el conocimiento como el residuo de pensar, que proviene de la experiencia que entendemos en relación a un campo de conocimiento o a una disciplina y que tiene seis características que lo distingue de la información, ya que el conocimiento:

- es un acto humano
- es el residuo de pensar
- es creado en el momento
- pertenece a la comunidad
- circula a través de la comunidad de muchas maneras
- y el nuevo conocimiento se crea en las fronteras del antiguo.

De las aportaciones recogidas, parece inducirse que la información, por sí misma, tiene un valor relativo ya que sólo se convierte en conocimiento cuando es procesada por el ser humano por lo que es importante, desde el punto de vista económico³, tener siempre presente que la información es un *input* más en la generación de conocimiento (Blackler, 1995; Zack, 1999 y Vilaseca et al., 2002).

Tipos y características del conocimiento

La categorización del conocimiento es un tema en constante discusión, por lo que para los fines del presente trabajo de investigación partiremos de la clasificación⁴ realizada por la OCDE según la cual existen cuatro grandes tipos de conocimiento: saber-qué, saber-por qué, saber-cómo y saber quién:

- El “saber-qué” es el conocimiento sobre “hechos”, siendo el nivel de conocimiento más parecido a la información
- El “saber-por qué” hace referencia al conocimiento científico de los principios y leyes de la naturaleza
- El “saber-cómo” hace referencia a las capacidades y habilidades para hacer algo
- El “saber-quién” engloba la información sobre quién sabe qué y quién sabe cómo hacer qué. Este conocimiento es el más impor-

3 Para profundizar en las implicaciones de la diferencia entre información y conocimientos se puede consultar, entre otros, Steinmueller (2002).

4 Otra clasificación bastante extendida es la proporcionada por Fritz Machlup (1980), quien distingue entre conocimiento práctico, conocimiento intelectual, conocimiento trivial, conocimiento espiritual y conocimiento no deseado. También se pueden consultar las taxonomías de Collins (1993), Blackler (1995) o Lam (2004).

tante en sociedad en el que existe una desarrollada división del trabajo entre organizaciones y expertos

Como se puede observar, los dos primeros tipos de conocimiento son más factibles de transformar en bienes de mercado, ya que pueden ser estructurados, almacenados y distribuidos, mientras el “saber cómo” y el “saber quién” son más difíciles de encorsetar, ya que forma parte de las experiencias de aprendizaje personales de cada individuo y que, por tanto, resultan sumamente complicadas, si no imposible, de estructurar, almacenar y distribuir.

Es por ello por lo que también podremos diferenciar entre dos tipos de conocimiento: el explícito y el tácito (Spender, 1996; Nonaka, 1994; Cook y Brown, 1999), siendo el primero de ellos aquel que puede ser transmitido en un lenguaje formal y sistemático, mientras que el segundo hace referencia a un conocimiento personal, que se hace más difícil de formalizar y comunicar al comprender tanto elementos cognitivos (modelos mentales) como técnicos (habilidades, experiencias) que se aplican a un contexto específico (Nonaka, 1994; Lundavall y Johnson, 1994).

Así, la mayor o menor dificultad a la hora de codificar el conocimiento marca la diferencia entre ambos tipos, ya que cuando un conocimiento está codificado, su transmisión entre seres humanos se puede solucionar fácilmente mediante la entrega de algún tipo de documento, con el que el usuario puede rápidamente adquirir y utilizar de una forma muy parecida, cuando no idéntica, dicho conocimiento (Burton-Jones, 1999).

Por contra, cuando un conocimiento es difícilmente codificable, la transmisión del mismo requiere de una intervención humana (Sole y Edmondson, 2002; Hansen, 1999; Boutellier et al., 1998). Como recoge Hansen (1999) las relaciones y el contacto personal son importantes en la transmisión del conocimiento tácito y dependiente del contexto (al que denomina conocimiento complejo), mientras que el conocimiento explícito e independiente del contexto (conocimiento simple) prácticamente no necesita de intervención humana. El conocimiento tácito, por lo tanto, necesita de algún mecanismo de transferencia como son el aprendizaje, la tutoría y la realización de prácticas a lo largo del tiempo (Spender, 1996).

Además, la transmisión del conocimiento está condicionada por dos características que afectan de distinta manera al emisor y al receptor del cono-

cimiento. Así, un conocimiento puede ser más o menos pegajoso⁵ (*stickness*). Cuanto más pegajoso es un conocimiento, se hace más difícil “desprenderlo” en su totalidad, ya que muchas veces el emisor no es consciente de todos los elementos que forman parte del conocimiento que quiere transmitir. Por parte su parte, la capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) afecta a la facilidad con la que el receptor puede incorporar el nuevo conocimiento. Los conocimientos previos sobre el dominio suele simplificar el proceso de asimilación de la nueva información adquirida, mientras que el desconocimiento de dichos conocimientos previos puede hacer extremadamente costosa la entrada en el dominio (Burton-Jones, 1999).

5 El término *sticky*, acuñado por von Hippel (1994), admite varias traducciones en español (adhesivo, pringoso, pegajoso) por lo que hemos optado por el último ya que como lo define el Diccionario de uso del español de Maria Moliner pegajoso “se aplica a las cosas que se pegan o adhieren espontáneamente a lo que se pone en contacto con ellas”.

Pensadores y creadores de la sociedad del conocimiento

Llegar a la idea de “sociedad del conocimiento”, en los términos que se emplea hoy en día, ha sido el resultado de la confluencia de lo que José Silvio (2000) denomina sus pensadores y sus creadores. En los próximos epígrafes hacemos un breve recorrido por estos agentes, a sabiendas de que se quedarán por el camino aportaciones interesantes, pero la amplitud del campo de estudio nos obliga a ser lo más concretos posible⁶.

Pensadores

Podemos señalar como el punto de inflexión hacia el concepto actual de sociedad del conocimiento⁷ el trasvase de fuerza de trabajo desde el sector secundario al sector terciario a lo largo de la década de los sesenta del siglo pasado, el cual fue objeto de estudio desde varias disciplinas del saber.

6 Así, aportaciones tan interesantes como las del novelista William Gibson y su término “ciberespacio”, el escritor y político francés Jaques Servan Schneiber y su obra *El desafío americano*, el filósofo Pierre Levy y su obra *Cibercultura*, Michel Cartier y *Les nouveau monde des infostructures*, Bill Gates y su *Camino al futuro*, Luis Joyanes y su *Cibersociedad*, Bill Clinton y Al Gore con su *Technology for America's economic growth*, los trabajos del asesor del Presidente Carter, Zbigniew Brzezinski, y la obra *Ser Digital* de Nicholas Negroponte quedan excluidas a sabiendas de este recorrido.

7 Autores como Dorwick y Wang (1993) y West (1996) atribuyen la paternidad del término sociedad de la información (*joho shakai*) en 1963 al profesor Tadeo Umesao.

Desde el punto de vista de la economía, y con una aproximación cuantitativa, podemos señalar a Kuznets (1957) como uno de los primeros autores que expresaron la preocupación por la mano de obra contratada en la producción y la distribución del conocimiento. Por su parte, Machlup (1962) estudia la producción del conocimiento y su importancia en la economía de Estados Unidos, tanto en términos de la contribución de las industrias del conocimiento al PNB, como en porcentaje de la mano de obra implicado en esas industrias, mientras que Fuchs (1965), analizó la creciente importancia que el sector servicios estaba adquiriendo en la economía americana en esa época.

Desde la perspectiva de los medios de comunicación, Marshall McLuhan (1965) emplea el término “aldea global”⁸ para describir la interconectividad humana a escala global a través de los medios electrónicos de comunicación, mientras que los sociólogos Alain Touraine (1960) y Daniel Bell (1971) acuñan el término “sociedad post-industrial” para abordar el análisis de las transformaciones en las sociedades más desarrolladas a lo largo de la década de los sesenta (Touraine, 1969 y Bell, 1971). Esta sociedad es caracterizada por Bell (1971) a través de cinco rasgos principales: el cambio de una economía que produce mercancías a una que produce servicios; el aumento de tamaño y de la influencia de una clase de trabajadores profesionales y técnicos; la sociedad organizada alrededor del conocimiento, especialmente conocimiento teórico; la gestión del crecimiento tecnológico se convierte en una tarea crítica y el énfasis en el desarrollo de métodos de tecnología intelectual.

Por su parte, Peter Drucker (1969) mantiene que los cambios que se estaban observando eran comparables a los que se produjeron como consecuencia de la segunda Revolución Industrial, mientras que Porat y Rubin (1977) sostienen que las actividades relacionadas directa o indirectamente con la información se singularizan progresivamente, definiendo un nuevo campo de la actividad productiva, el de la “economía de la información”, unido siempre al desarrollo de las nuevas tecnologías y que adquiere una personalidad diferenciada y autónoma dentro del sector terciario.

En 1978 aparecen tres obras que hacen hincapié en el papel de la informática y las telecomunicaciones en la sociedad. En los Estados Unidos se

8 Esta aldea global, donde la generalización y la omnipresencia de los medios de comunicación acortaría las distancias y los tiempos para comunicarse, consideramos que es una clara precursora del actual concepto de globalización.

publican las obras “Megatrends” (Naisbitt, 1978), que puso las bases para dar a conocer y expandir la expresión Sociedad de la Información y donde se describían los escenarios futuros a los que daría lugar la sociedad de la información y “The Wired Society” (Martin, 1978), en la cual pronostica el advenimiento de un nuevo modelo social, basado en la relación tecnología-hombre, mientras que en Francia, Simon Nora y Alain Minc, publican un informe titulado “L’informatisation de la société”, en el que se prestaba atención al desarrollo de la industria de los servicios informáticos y de telecomunicaciones (Nora y Minc, 1978).

Un año después, Jean-Francois Lyotard publica en Canadá “The Post-modern Condition. A Report on Knowledge”, en la cual sostiene que el saber modifica su estatuto al mismo tiempo que cambian las sociedades y entran en la era post-industrial, por lo que es producido para ser vendido y es consumido para ser valorado en una nueva producción. Deja de ser en sí mismo su propio fin y pierde su valor de uso, convirtiéndose en la principal fuerza de producción (Lyotard, 1979).

Alvin Toffler, quien había establecido el término “*shock* del futuro” en 1970, analiza el desarrollo de las telecomunicaciones y el proceso de desmasificación de la economía como elementos que permiten la aparición del *prosumer* o productor consumidor, así como el concepto de olas civilizadoras como metáfora de la evolución de la sociedad. La tercera ola, que da título al libro, sería opuesta a la estandarización, especialización, sincronización, maximización y centralización que caracterizó a la sociedad industrial (Toffler, 1980).

Como señala Silvo (2000), la década de los ochenta no fue muy productiva en el proceso de conceptualización de la sociedad de la información o del conocimiento, prevaleciendo y asentándose las aportaciones realizadas durante la década anterior. No es hasta los años 90, por una conjunción de cambios tecnológicos, económicos, socioculturales y políticos, que se reactiva la reflexión académica sobre estos temas.

Toffler profundiza en el análisis de las sociedades de la tercera ola y publica el libro “El cambio del poder” en 1990 y Robert Reich (1991) introduce el concepto “trabajador simbólico” para hacer referencia a aquellos que trabajan en los servicios simbólico-analíticos, que incluyen las actividades de identificación de problemas, la solución de los mismos y la intermediación estratégica de clientes en redes o cadenas de valor.

Peter Drucker (1993) define la sociedad postcapitalista como una sociedad del conocimiento, en el que es el saber y no el capital el recurso clave y en la que el reto para la economía es la productividad del conocimiento y de los trabajadores del conocimiento, mientras que Don Tapscott (1995) estructura el modelo de una economía digital que habrá de impregnar el funcionamiento de todos los sectores de la sociedad.

Por último, no podemos olvidar a Manuel Castells, quizá el experto de mayor prestigio en esta materia. Desde un enfoque inicial orientado a la planificación urbana y regional, como el recogido en su libro “La ciudad informacional” (1995) en el que califica a la revolución tecnológica que se estaba viviendo como un punto o momento de inflexión en la historia, se va adentrando en una investigación en la que relaciona la evolución económica y las transformaciones políticas, sociales y culturales y culmina con la considerada, hasta la fecha, su obra más importante, la triología “The Rise of the Network Society” (1996-1997), donde enfatiza el análisis de las tecnologías de la información y la comunicación en relación con los procesos de toma de decisiones tecnológicas realizados por actores públicos y privados y las transformaciones en la producción y reproducción del territorio urbano regional.

Constructores

Si bien los pensadores han contribuido a configurar el paradigma de concepción, organización y funcionamiento de la sociedad actual, una serie de acciones políticas surgidas como respuesta a la situación social y económica, favorecieron su construcción.

Como primer elemento constructor debemos hacer mención al Ministerio de Industria y Comercio Japonés (MITI) quien, en 1969, publica un informe titulado “Towards the Information Society” que daría lugar a la presentación del “Plan para la Sociedad de la Información-Un objetivo nacional para el año 2000”, conocido como el “Plan JACUDI”⁹ que se convirtió en el

9 Como ejemplo de la difícil tarea de separar pensadores de creadores, habría que hacer mención expresa en este punto de Yoneji Masuda, autor principal del Plan JACUDI y autor de libros pioneros en este ámbito como como “Una introducción a la Sociedad de la Información”, Perikan-Sha, Tokio, 1968, y “La Sociedad de la Información como sociedad post-industrial”, Institute for the Information Society, Tokio, 1980.

primer apunte estratégico sobre políticas públicas orientadas hacia la creación de una sociedad de la información.

La puesta en marcha de políticas específicas tanto en los Estados Unidos como en la Unión Europea, durante la década de los años noventa del siglo XX marca la etapa más prolifera en este tipo de actuaciones, surgiendo iniciativas similares en diversos países.

Para el caso de los Estados Unidos podemos señalar las acciones encaminadas a la regulación de las telecomunicaciones y la creación de las “super-autopistas de la información” que se inician a finales de la década de los ochenta y se plasmaron en diversas actuaciones durante la Administración Clinton, de las que cabe destacar la *Telecommunications Act of 1996* y la iniciativa para construcción de la Infraestructura Nacional de Información (National Information Infrastructure) de 1993.

La primera de ellas impulsó la competencia en un sector que hasta la fecha se caracterizaba por su fuerte regulación, a la vez que se autorizaba las fusiones y la integración de servicios previamente prohibidos bajo las reglas de la Comisión Federal de Comunicaciones (Messere, 1996).

La segunda hace referencia al conjunto de actuaciones políticas encaminadas a generar la convergencia tecnológica, en la que el Estado desempeñaría el papel de dinamizador y garante del acceso universal, mientras que a la iniciativa privada le correspondería el papel de desarrollar y poner en funcionamiento los servicios y contenidos (Yogehs et al., 1995).

En Europa la política comunitaria sobre telecomunicaciones, medios electrónicos y mercados de la información, en sus primeros pasos¹⁰, estaba orientada hacia el lado de la demanda, ya que se consideraba primordial poner a estos sectores en situación de competir con los principales socios

10 La Comunidad Europea, desde los primeros años de la década de los ochenta, visualizó las políticas sistemáticas en este ámbito con la puesta en marcha de una serie de Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico cuyo objetivo último era promocionar el uso combinado de las tecnologías de la información en todos los ámbitos de la sociedad. En esta línea, y dentro del Primer Programa Marco (1984-1987), se pueden señalar las acciones ESPRIT(creado en 1984, con una duración inicial de 10 años) y RACE (iniciado en 1985, con el fin de impulsar la investigación y el desarrollo de las telecomunicaciones) como pasos firmes hacia la creación de una “sociedad de la información”, aunque este término no apareciese recogido en su declaración de intenciones. El Séptimo Programa Marco, actualmente en vigor, se denomina “Construir la Europa del Conocimiento” y tendrá vigencia hasta el año 2013.

comerciales de Europa, cambiando esta perspectiva a principios de la década de los noventa (Clements et al., 2004).

Se puede señalar como el inicio de la nueva tendencia, que llevaría al concepto de Sociedad de la Información a desempeñar un papel fundamental en la actuación política de la Unión Europea, tanto en lo que se refiere a regulación como en lo que atañe a investigación, la aparición en 1993 del Libro Blanco *Crecimiento, la Competitividad, el Empleo - Los retos y pistas para el siglo 21* (conocido como Libro Blanco de Delors) y concretado en el informe “Europa y la Sociedad Global de la Información. Recomendaciones al Consejo Europeo” (conocido habitualmente como *Informe Bangemann*).

El Libro Blanco de Delors, cuyo objetivo principal era abordar el problema del desempleo en Europa, ponía de manifiesto la importancia de los cambios que las tecnologías estaban provocando tanto en el mercado laboral como en las habilidades necesarias para ocupar un puesto de trabajo, así como el papel fundamental de la posesión y la transmisión de información en el éxito de las empresas dentro de una economía cada vez más basada en el conocimiento, por lo que hace énfasis en que la información y las tecnologías de comunicación y los servicios relacionados tienen el potencial suficiente para promover un crecimiento constante y sostenible, aumentar la competitividad, abrir oportunidades laborales nuevas y para mejorar la calidad de la vida de todos los europeos.

En diciembre de 1993, el Libro Blanco recibió el apoyo del Consejo Europeo, encargando un informe específico sobre la sociedad de la información en Europa que debería recoger recomendaciones concretas en este ámbito y que tendría que estar disponible para la reunión del Consejo en junio de 1994. Así, en mayo de 1994, se presenta el *Informe Bangemann*, en el que se ponía de manifiesto la urgencia de adoptar medidas inmediatas relativas a la creación de un entorno normativo favorable, así como la promoción de las nuevas potencialidades de las tecnologías de la información para la creación de mercados de productos y servicios tecnológicos.

Estas conclusiones llevaron a la elaboración por parte del Consejo Europeo de un programa operativo con una serie de medidas, en el ámbito de las infraestructuras de telecomunicación, para la implantación de dichas infraestructuras en Europa, así como los medios jurídicos (liberalización de los mercados y normalización común) y económicos (inversiones y proyectos de desarrollo) precisos para su puesta en marcha.

Sin embargo, la parcelación de los diferentes mercados nacionales implicaba la necesidad de establecer un marco jurídico y económico favorable, ya que la iniciativa privada jugaba un papel primordial en el desarrollo futuro de las tecnologías de la información. Para el sector de las telecomunicaciones, la actuación de las autoridades públicas y de la iniciativa privada debían caminar en paralelo para conseguir un objetivo común: el desarrollo de una sociedad de la información en Europa, estableciendo diez bloques para edificar la sociedad de información: teletrabajo, la educación a distancia, la implantación de una red de universidades y centros de investigación, la promoción de los servicios telemáticos para las PYMEs, la gestión del tráfico por carretera, el control del tráfico aéreo, la creación de redes de asistencia sanitaria, la introducción de la licitación electrónica, la creación de una red Transeuropea de Administraciones Públicas y la creación de Autopistas Urbanas de Información (Linares y Ortiz, 1995).

Con estas dos actuaciones se inicia un cambio de actitud, ya que a partir de ese momento el énfasis de la política europea en los campos de las telecomunicaciones, los medios electrónicos y los mercados de la información se orienta hacia la búsqueda de un mayor impacto de estos sectores sobre la economía y la sociedad en su conjunto, que tendrá su máximo a partir del Consejo Europeo de Lisboa y sus posteriores revisiones.

Hemos de señalar que las acciones políticas no quedaron restringidas a los tres bloques de países mencionados. Así, en Australia los informes publicados en 1994 *"The Networked Nation"*¹¹ (ASTEC Report), *"Networking Australia's Future: Final Report of the Broadband Services Expert Group"*¹² y *"Creative Nation: Commonwealth Cultural Policy"*¹³ y el informe *"Framework & Strategies for Information Technology in the Commonwealth of Australia"*¹⁴ se pueden considerar como la base de las actuaciones políticas en este campo (Allen, 2005).

En Canadá, podemos señalar los trabajos del Information Highway Advisory Council, organización creada por el gobierno federal canadiense en 1994, como el encargado de proponer las mejores estrategias para desarrollar y usar las autopistas de la información para desarrollar ventajas econó-

11 <http://www.dist.gov.au/science/astec/astec/netnatn/contents.html>

12 <http://www.dca.gov.au/pubs/network/toc.htm>

13 <http://www.nla.gov.au/creative.nation/contents.html>

14 <http://www.ogit.gov.au/media/framewrk.html>

micas y sociales para sus ciudadanos (IPRP, 2005)¹⁵, siendo los documentos “*The Canadian Information Highway - Building Canada’s Information and Communications Infrastructure*”¹⁶ de 1994 y “*Building the Information Society: Moving Canada into the 21st Century*”¹⁷ publicado en 1996 los principales resultados de su actividad. El primero de ellos identificaba como los tres objetivos estratégicos de las “autopistas de la información” canadiense la creación de trabajo a través de la innovación y la inversión, el refuerzo de la soberanía y la cultura canadiense y, por último, garantizar el acceso universal a un coste razonable, mientras que en el segundo se hacía hincapié en la necesidad de facilitar la transición hacia la sociedad del conocimiento a partir de la creación de un entorno competitivo, alentando la creación de nuevos servicios basados en las redes, estimulando la investigación y el desarrollo en este campo y garantizando la interoperabilidad de las redes.

Por último, se hace necesario hacer una mención especial al caso de Singapur como ejemplo de la actuación del Estado como constructor de la sociedad de la información. Siguiendo el trabajo de Choo (1997) podemos identificar tres fases en el proceso seguido por las autoridades singapurenses con el fin de garantizar a su pequeño Estado un lugar destacado en la economía, basándose en la educación y la tecnología.

La primera fase, desarrollada entre 1981 y 1985, tuvo como objetivo la informatización de todos los ministerios con el fin de incrementar la productividad y la calidad de los servicios públicos, lo que permitió ahorrar 2,8 dólares por cada dolar invertido en tecnología durante esta fase. Así mismo, se consiguió formar un cuadro de profesionales en tecnologías de la información que facilitaría el desarrollo de la segunda fase del plan.

Entre 1986 y 1990 el punto de mira se trasladó al sector privado, potenciando por un lado la creación de un sector industrial orientado a la exportación de tecnología de la información y por otro la incorporación de esta tecnología al proceso productivo de las empresas existentes, aprovechando para ello los profesionales formados en la fase anterior.

Una vez que las tecnologías se introdujeron en la estructura productiva, la última fase, iniciada en 1991, se orientó a la creación de una “isla inteli-

15 <http://www.fis.utoronto.ca/research/iprp/ua/canada.html#ihac>

16 <http://www.ifla.org/documents/infopol/canada/cihac001.txt>

17 <http://www.ifla.org/documents/infopol/canada/ic96-1.txt>

gente”, en la que las TI jugarían un papel fundamental en todos los ámbitos de la actividad social. En esta última fase, las autoridades se habían marcado como objetivos el incrementar la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, objetivos que, como se ha visto, se incorporaron al discurso habitual en este tipo de programas en el resto de países.

¿Sociedad de la información o del conocimiento?

Como ya se ha señalado, en la actualidad es habitual que se haga un uso intensivo¹⁸ de la expresión “sociedad de la información”, tanto de forma coloquial como en foros especializados, sin que se tenga muy claro a qué se hace referencia con ella, derivado tanto por la dificultad de delimitar a qué corresponde como por la inexistencia de una definición generalmente aceptada que se pueda reconocer como punto de referencia (Steyeaart y Gould, 1998; Telefónica, 2002 y del Álamo, 2002).

Un ejemplo de esta situación lo podemos encontrar en los documentos resultantes de las dos Cumbres Mundiales sobre la Sociedad de la Información organizada por la ONU y la Unión Internacional de Telecomunicaciones hasta la fecha. A raíz de la primera de ellas, realizada en Ginebra en 2003, se redactó la Declaración de Principios de Ginebra, en la cual se empleó la expresión “sociedad de la información” en 64 ocasiones, sin recoger ninguna definición sobre lo que se entiende por ese concepto. Una de las ideas subyacentes en el texto parece ser la asunción por parte del redactor

18 La búsqueda de la expresión “sociedad de la información” en el buscador Google arroja 1.190.000 resultados en italiano, 4.080.000 en francés, 4.440.000 en alemán, 8.490.000 en español y 47.500.000 resultados en inglés. (Búsqueda realizada el 9 de agosto de 2006).

de la interiorización, por parte del lector de su significado, lo cual hace innecesario abordar su definición¹⁹.

Así, lo más próximo a una definición se recoge en el primer párrafo de la citada Declaración, según el cual se buscaría con la Sociedad de la Información crear una sociedad “centrada en la persona, integradora y orientada al desarrollo, en la que todos puedan crear, consultar, utilizar y compartir la información y el conocimiento, para que las personas, las comunidades y los pueblos puedan emplear plenamente sus posibilidades en la promoción de su desarrollo sostenible y en la mejora de su calidad de vida, sobre la base de los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas y respetando plenamente y defendiendo la Declaración Universal de Derechos Humanos”²⁰.

En la segunda Cumbre, celebrada en 2005, tampoco se recoge en la resolución final, bautizada como Compromiso de Túnez²¹, ninguna definición, limitándose a repetir casi literalmente la aproximación anteriormente reflejada, si bien se ha de destacar que desaparece de su texto la referencia a la sociedad del conocimiento que sí existía en la Declaración de Principios, la cual se cerraba expresando el deseo de las medidas aprobadas “abran la vía hacia el futuro desarrollo de una verdadera sociedad del conocimiento”²², mientras que en el Compromiso de Túnez se proclama la “decidida resolución de desarrollar y aplicar una respuesta eficaz y sostenible a los retos y oportunidades para construir una Sociedad de la Información verdaderamente mundial en beneficio de todos nuestros pueblos”.

En consecuencia, optaremos por una aproximación indirecta para delimitar qué entendemos por Sociedad de la Información para los objetivos de esta tesis, ya que si bien no existe una definición concreta y operativa de la Sociedad de la Información generalmente aceptada, sí parece posible inducir los rasgos básicos de la misma, que conllevan tres exigencias: más información, más tecnología, y más economía del sector terciario (Steyear

19 En las Preguntas más frecuentes del portal web de estas Cumbres, la respuesta a la pregunta “¿Qué es la sociedad de la información?” también adolece de esta falta de concreción. Véase <http://www.itu.int/wsis/basic/faqs.asp?lang=es&text=f>

20 <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>

21 <http://www.itu.int/wsis/docs2/tunis/off/7-es.html>

22 La cual tampoco se define y, una vez más, parece que debe estar ya definida en la mente del lector.

y Gould, 1998), a la vez que se hace hincapié en las transformaciones sociales derivadas.

Dando un valor primordial a la exigencia de la información, podemos empezar el repaso de algunas de las definiciones existentes por la aportada por Yoneji Masuda (1984) según la cual la sociedad de la información es una sociedad que “crece y se desarrolla alrededor de la información y aporta un florecimiento general de la creatividad intelectual humana, en lugar de un aumento del consumo material”. Por su parte, en los sucesivos informes que se han venido publicando desde 2001 con el título *Sociedad de la Información en España* la sociedad de la información es “un estadio de desarrollo social caracterizado por la capacidad de sus miembros (ciudadanos, empresas y Administraciones Públicas) para obtener y compartir cualquier información, instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se prefiera.” (Telefónica, 2001).

El enfoque tecnológico se pone de manifiesto tanto en la propuesta de Raúl Trejo (2001), para quien la sociedad de la información surge con la capacidad de traducir ésta a un formato digital a través de un proceso de compresión que permite almacenar o transmitir los resultados de los medios de comunicación creados, o renovados, gracias a los desarrollos tecnológicos consolidados en la última década del siglo XX, como en la visión recogida en el Plan para el desarrollo de la Sociedad de la Información para el período 2000-2003 del Gobierno Vasco²³, en el que se entiende por “Sociedad de la Información aquella comunidad que utiliza extensivamente y de forma optimizada las oportunidades que ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones como medio para el desarrollo personal y profesional de sus ciudadanos miembros”.

Más orientada a la importancia de la economía del sector terciario, es la aportación de la Iniciativa para la Sociedad de la Información del Reino Unido²⁴, para la cual la Sociedad de la Información es el “entorno en el que la información es un factor clave del éxito económico y en el que se hace un uso intenso y extenso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones”, mientras que para Jeskanen-Sundström es “una sociedad que hace uso extensivo de las redes de información y la tecnología de la información, produciendo grandes cantidades de servicios y productos de

23 Citado en Telefónica (2000).

24 Citado en Telefónica (2000).

información y comunicación, con una industria de servicios diversificada” (Stukel et al., 2003).

En contraposición, hay una serie de definiciones en las que son las transformaciones sociales el rasgo más destacado.

Por ejemplo, la Sociedad de la Información de la Comisión Europea según los cuales “la Sociedad de la Información es la sociedad, actualmente en construcción, donde las tecnologías de bajo costo para el almacenamiento y transmisión de información son de uso generalizado. Esta generalización en el uso de datos e información va acompañada de innovaciones organizativas, comerciales, sociales y legales, que cambian profundamente la vida en el mundo del trabajo y en la sociedad en general”.²⁵

El Libro Verde sobre la Sociedad de la Información en Portugal (1997)²⁶ establece que “el término Sociedad de la Información se refiere a una forma de desarrollo económico y social en el que la adquisición, almacenamiento, procesamiento, evaluación, transmisión, distribución y diseminación de la información con vistas a la creación de conocimiento y a la satisfacción de las necesidades de las personas y de las organizaciones, juega un papel central en la actividad económica, en la creación de riqueza y en la definición de la calidad de vida y las prácticas culturales de los ciudadanos”.

Raúl Trejo (1996) también aporta una definición bajo este enfoque, según la cual “más que un proyecto definido, (la sociedad de la información) es una aspiración: la del nuevo entorno humano, en donde los conocimientos, su creación y propagación son el elemento definitorio de las relaciones entre los individuos y entre las naciones”.

En la misma línea, y más recientemente, en una tesis doctoral defendida en 2006 en la USC, José Pereira (2006) define la sociedad de la información como una “nueva era de la humanidad iniciada por un cambio tecnológico, que tiene en la información como valor principal y que provoca la aparición de nuevos modelos de estructuración social y económica”.

Una vez presentado los principales enfoques existentes para analizar el concepto de sociedad de información, nuestro siguiente paso será diferenciar ésta de la sociedad del conocimiento.

25 http://europa.eu.int/ISPO/docs/topics/docs/hlge_final_en_97.rtf

26 Misión para la Sociedad de la Información, Libro verde sobre la Sociedad de la Información en Portugal, 1997. Citado en Telefónica (2000).

Compartimos con Aprea (2002) la sensación de que el origen de la confusión entre ambas viene motivada por el intento de explicar un cambio social que se ve como un avance evolutivo social a partir de unos puntos de partida y objetivos que son diferentes.

Los autores que optan por centrar sus análisis en el concepto de información ponen el punto de mira en el modo en que la sociedad se adapta a una evolución tecnológica que conjuga las transformaciones que produjeron la imprenta en el plano del conocimiento y la industria capitalista en el de la organización social. Los que defienden el concepto de sociedad del conocimiento hacen hincapié en el valor fundamental del conocimiento, comprendiendo dimensiones sociales, éticas y políticas más amplias que el mero progreso técnico y sus implicaciones, considerando la sociedad de la información un instrumento para la realización de auténticas sociedades del conocimiento (Bindé, 2005).

Quizá por ello sea tan habitual la confusión entre sociedad de información y sociedad del conocimiento, y que en ocasiones se mezclen a la hora de definir la primera. Así, Ortiz (1995) establece que “las sociedades de la información se caracterizan por basarse en el conocimiento y en los esfuerzos por convertir la información en conocimiento. Cuanto mayor es la cantidad de información generada por una sociedad, mayor es la necesidad de convertirla en conocimiento”.

Sin embargo, podemos considerar que esta línea argumental se corresponde a la visión de Stehr (1994), para quien la sociedad de conocimiento se basa en la aplicación sistemática de la teoría a todos los aspectos de desarrollo, planificación y acción de los seres humanos, prefiriéndolo al uso de la práctica tradicional, la superstición o el método de prueba y error. Por ello, la UNESCO (2003) identifica como uno de los elementos centrales de este tipo de sociedad la capacidad para identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información con vistas a crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano, con lo que los conceptos de tecnología y conexión dejan de jugar un papel central (Bindé, 2005) y la transición hacia esta es una tarea compleja y requiere algo más que emplear una gran cantidad de recursos financieros para la incorporación de aplicaciones tecnológicas (ONU, 2003).

Como señala Abdul Waheed Khan (2003 y 2003b), subdirector general de la UNESCO para la Comunicación y la Información, la sociedad de la información es un elemento integrante de las sociedades del conocimiento,

unido a la idea de la innovación tecnológica, mientras que el concepto de sociedades del conocimiento y los retos para su creación van más allá de la tecnología. Se debe afrontar la necesidad de llevar a cabo transformaciones sociales, culturales, políticas e institucionales que den respuesta a la necesidad de eliminar la brecha digital entre países y grupos sociales, a la vez que se garantiza tanto el libre acceso como la equidad en el acceso a los datos, la información, las mejores prácticas y el conocimiento, para lo que será necesario un consenso internacional sobre las nuevas normas y principios a aplicar.

A partir de todas estas consideraciones y con el único objetivo de centrar el término sociedad de la información en esta investigación, consideramos que la sociedad de la información hace referencia a un estadio de desarrollo social y económico en el cual el uso de la información, a través de la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones al quehacer diario de las personas, ha provocado la modificación de las estructuras de la sociedad industrial.

Puesto que consideramos que todas las sociedades han sido o son sociedades del conocimiento, el hecho diferencial del estadio actual, a la que denominamos sociedad basada en el conocimiento, reside en que la producción y generación de conocimiento y el procesamiento de información tiene una base tecnológica de nuevo tipo. Esta situación permite que la información y el conocimiento puedan ser difundidos y procesados en tiempo real a escala planetaria para el conjunto de los procesos que constituyen la actividad humana y que afecta, en especial, pero no exclusivamente, a la actividad económica.

La Economía basada en el conocimiento

La idea de que el conocimiento desempeña un papel central en la economía no es nueva. En un rápido repaso nominativo de destacados economistas, vemos que Adam Smith y Friedrich List señalaban la importancia del conocimiento en las fuerzas productivas (OCDE, 1996), Karl Marx indicaba que el desarrollo de los activos fijos mostraba el grado en el que el conocimiento disponible en una sociedad se transforma en una fuerza productiva (Marx, 1857), a la vez que la transformación de la producción a través de la aplicación consciente de la ciencia (el conocimiento) es básica para crear la sociedad capitalista (Marx, 1867; Smith, 2002). También hace referencia al papel del conocimiento la obra “Principios de Economía” de Alfred Marshall (1890), en la que afirma que el conocimiento es el motor de producción más poderoso (DTI, 1998), y ya en el siglo XX, economistas como Coase (1937), Hayek (1945), o Arrow (1973) otorgan un papel importante a la información en sus análisis.

La idea de la economía del conocimiento irá tomando más importancia a medida que las actividades relacionadas con la información y el conocimiento ganan peso en la economía²⁷ y se ha convertido en el dominante en

27 En el año 1962 Machlup (1962) estimaba que el 29% de PNB de los Estados Unidos de América en 1958 era de la industria del conocimiento. En el año 1996, más del 50% del PIB de las principales economías de la OCDE se basaban en el conocimiento (OCDE, 1996)

la actualidad, lo que hace recomendable intentar establecer un marco de referencia.

Para ello, una vez superado el cliché que considera el sistema económico actual es el único basado en el conocimiento (Arora et al., 2002), hemos de afrontar la definición de la “economía basada en el conocimiento” o “economía del conocimiento” si bien la ambigüedad o la ausencia de definiciones es una constante en la literatura académica, lo que facilita que el uso del término economía del conocimiento (o su variante economía basada en el conocimiento) sea más un recurso retórico que un elemento analítico, cuando no un sinónimo de la propia sociedad del conocimiento (Smith, 2002).

Como señala el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido (1998), el papel del conocimiento en este contexto tiene su origen en cuatro grandes cambios estructurales que han tenido lugar en las últimas décadas.

Así, los cambios revolucionarios en las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y el incremento significativo en los avances científicos y tecnológicos, que ha provocado que el acervo de conocimiento se incremente a velocidades no conocidas hasta la fecha a la vez que las TIC, permiten a los investigadores publicar más rápidamente sus trabajos, que pasan a estar disponibles a otros investigadores en periodos de tiempo muy cortos. Por otra parte, la globalización ha permitido que desde mediados de los años ochenta el crecimiento del comercio internacional haya sido dos veces más rápido que el crecimiento del PIB, en parte por la reducción en el uso de los aranceles, la liberación de los mercados de capital y la reducción de los costes de transacción, mientras que los cambios en la demanda derivados del mayor desarrollo económico global exigen mayores niveles tecnológicos, lo que hace que los productos y servicios demandados sean cada vez más sofisticados.

Por su parte, el Banco Mundial (2002, 2006) señala como pilares de la economía del conocimiento:

1. la educación y la formación,
2. la infraestructura de la información,
3. un programa de incentivos económicos e institucionales que permita la libre circulación del conocimiento, el apoyo a las inversiones en TIC y las actividades emprendedoras y,

4. un sistema de innovación que permita tanto crear nuevo conocimiento como aprovechar el acervo ya existente, adaptándolo a las necesidades concretas de la sociedad.

Todo parece indicar que el actual sistema económico se encuentra en un momento en el que el conocimiento es su recurso más importante desde el punto de vista estratégico (Zack, 1999) y que ha llevado a la OCDE (1996) a definir el nuevo entorno como el de la economía basada en el conocimiento en la que el motor es la producción, distribución y uso de conocimiento e información. Esta economía que se ha formado a través de las relaciones entre los distintos agentes sociales se han visto intensificadas durante las últimas décadas del siglo XX por la ampliación en las capacidades técnicas de las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

Cuatro aproximaciones a la Economía basada en el Conocimiento

Siguiendo la clasificación de Smith (Smith, 2001 y 2002) podemos identificar cuatro grandes tipos de aproximaciones al concepto de Economía basada en el conocimiento.

En el primero de ellos, el conocimiento ha pasado a ser cuantitativa y cualitativamente un recurso de producción más importante que en la fase anterior. Esta es la visión de la OCDE, para quien el conocimiento es un elemento productivo más importante que los tradicionales (recursos naturales, capital físico y fuerza de trabajo de baja cualificación) (OCDE, 1996). En la misma línea, el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido apunta al uso más efectivo e intenso de todo tipo de conocimiento en todas las actividades económicas es el factor identificativo de esta sociedad (DTI, 1998), mientras que Peter Drucker (1998) y Nico Stehr (2002) son más directos, al mantener que el conocimiento se ha convertido en el factor de producción más importante, marginando y desdibujando tanto al capital como al trabajo.

La segunda aproximación hace hincapié en la idea del conocimiento como producto y su importancia en la actividad económica. Leadbeater (2000), en su informe para el Centre for Business Performance del Institute of Chartered Accountants in England and Wales (ICAEW), señala el papel fundamental de la creación de nuevos productos y mercados basados en el

conocimiento, mientras que Negroponte (1995) afirma que se ha dado una sustitución del intercambio de átomos por el intercambio de bits en el modelo económico en un momento en el que el conocimiento se ha convertido en el origen del valor añadido en todos los sectores económicos (Kok, 2004).

La consideración del conocimiento codificado como un componente de las bases de conocimiento económicamente relevantes conforma la tercera aproximación. Podemos identificar en esta vía la consideración de este tipo de conocimiento caracterizado, como ya se ha visto previamente, por la posibilidad de realizar su transmisión por medio de algún tipo de soporte documental como la base para la organización y realización de las actividades económicas (Abramowitz y David, 1996 y Zack, 1999a).

Por último, está la aproximación tecnológica, en la que la evolución de las TIC ha propiciado que se generen una serie de interdependencias cada vez más complejas entre los distintos países (Keohane y Nye, 1998; Rogerson, 2002), que ha derivado en lo que diversos autores denominan tercera revolución industrial (Kobrin, 1998; Mayor Zaragoza y Bindé, 1999; Greenwood, 1999), caracterizada por una amplia gama de progresos técnicos, derivados del abaratamiento de la electrónica y del proceso de miniaturización de los componentes electrónicos, que se dan de forma prácticamente simultánea en los campos de la ciencia, la tecnología, la industria, y la administración (Altenpohl y Lohmar, 1986) lo que ha generado una serie de implicaciones económicas y sociales de gran calado, ya que cada tipo de sociedad ha afrontado su existencia con una tecnología dominante que condiciona la manera de hacer las cosas²⁸ (Silvio, 2000).

Bajo este punto de vista, la tercera revolución industrial se podría caracterizar por el predominio de lo inmaterial frente a lo material ya que la importancia de la información y el conocimiento como factores económicos no ha dejado de incrementarse en los últimos años, lo que ha creado un modelo económico donde se ha producido la sustitución del intercambio de átomos por el intercambio de bits (Negroponte, 1995).

Así, el flujo de productos físicos dejan su papel central en el proceso económico, y las empresas y los mercados, independientemente del sector en el que actúen, se han convertido en procesadores de información (Simon,

28 Para profundizar sobre el papel de la tecnología en la creación de la economía del conocimiento, véase la obra Mokyr (2002).

1977; Sah y Stiglitz, 1996; Galbraith, 1977) gracias a los avances en las tecnologías de la información y de las comunicaciones que han sido capaces de reestructurar las relaciones existentes hasta la fecha entre el tiempo y el espacio, y se han convertido en el centro neurálgico del proceso de globalización (Lash y Urry, 1994). El conocimiento es el recurso clave (Drucker, 2001) y ha remplazado a la organización y producción industrial como la principal fuente de productividad²⁹ (Evers, 2003; Tuomi, 2004).

En esta situación, consideramos que el papel de las diversas tecnologías de la información como motor de cambios está fuera de toda duda ya que, como señalan Lundavall y Foray (1996), los sistemas basados en las tecnologías de la información y las comunicaciones proporcionan una base tecnológica nueva y diferente a lo existente hasta la fecha que cambia de forma radical las formas de producción y distribución del conocimiento, así como su incorporación al sistema productivo.

Estos sistemas se basan en dos elementos básicos. El primero de ellos, relacionado directamente con la tecnología de la información, es el ordenador³⁰, que aparece como el elemento principal para la generación y explotación de las ventajas derivadas de la explotación del conocimiento y la información (Drucker, 1991). El segundo, perteneciente al dominio de las comunicaciones, es la red Internet, que facilita en gran medida el funcionamiento del mercado en tiempo real y para todo el planeta, conformando una economía global definida principalmente por los flujos de capitales, personas e información donde las fronteras espaciales han dejado de tener importancia (O'Brien, 1996; Kanter, 2001).

La combinación de estos dos elementos, ordenador e Internet, es la idea básica que subyace en la expresión Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) que se ha incorporado al lenguaje cotidiano, en especial en el ámbito de la economía y de la educación.

29 Para un estudio en profundidad del impacto de la tecnología de la información en la productividad véase, por ejemplo, Tuomi (2004).

30 Hemos de señalar que el ordenador no es más que un símbolo de esta etapa, al igual que el ferrocarril lo fue de la primera revolución industrial y la cadena de montaje y el motor de combustión de la segunda (Drucker, 2000; Lucas Marín, 2000).

El rol instrumental de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Son numerosos los estudios que señalan la importancia de la empleo de la TIC para poder comprender el surgimiento de la economía de la información (Steyear y Gould, 1998; Miles et al., 2003) debido, en gran medida, a los cambios que su uso han provocado en las prácticas de gestión empresarial (Gault y McDaniel, 2002), por lo que se hace necesario recorrer brevemente el papel que han tenido las TIC, centrándonos en su incorporación en los diferentes agentes económicos de producción.

Su incorporación a las empresas viene de la mano de los sistemas de información, hasta tal punto que los dos términos se llegan a utilizar como sinónimos en el mundo de la empresa (Edwards, 1998 y Dewett, 2001). Una buena muestra de esta realidad es ella definición que el Comité de Tecnología de la Información de la IFAC en su directriz número dos hace de la tecnología de la información, estableciendo que ésta “hace referencia a los sistemas de información y a los recursos organizativos necesarios para su planificación, adquisición, implementación, distribución y control”, entendiendo como sistema de información “la infraestructura tecnológica y las aplicaciones junto con los datos y la información que pueden ser grabados, almacenados, procesados, compartidos, recuperados o transmitidas por las mismas” (IFAC, 1999).

El origen de esta simbiosis se puede inducir de la evolución de la tecnología de la información, los sistemas de información y el uso empresarial de los mismos. Para ello, utilizaremos la etapas de la evolución de las TI desde 1950 hasta 1995 establecidas por Applegate et al. (1996) y Cash et al. (1994), y las combinaremos con las tendencias en los sistemas de información basados en ordenadores para el mismo periodo de tiempo establecidas por O'Brien (2001) y con los distintos usos definidos por Burton-Jones (1999). Esta combinación, que se recoge en la *Tabla 1*, nos permitirá observar la relación existente entre las TI disponibles, los sistemas de información (SI) resultantes y el objetivo de las TIC en la empresa a lo largo del tiempo³¹.

31 Se ha de tener en cuenta la existencia de solapamientos en estos procesos y que esta cronología no se adapta perfectamente al caso español, excepto para las grandes empresas y determinados organismos oficiales, por lo que la fechas han de tomarse como indicativas.

	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-1995	1995 - actualidad
Etapas TI	Era de los procesos de datos			Era de los microprocesadores	Era del trabajo en red local	Era del trabajo en red
Sistemas de información	Sistemas de procesamiento de datos	Sistemas de información gerencial	Sistemas de soporte a las decisiones	Sistemas de información ejecutivos Sistemas expertos Sistemas de información estratégica	Sistemas de información interconectados en red	
Tecnología dominante	Mainframe		Mainframe Miniordenador	Ordenador personal	Redes de ordenadores	Redes TIC
Uso empresarial	Gestión de datos			Gestión de información		Gestión del conocimiento

Tabla 1. Evolución de las TI en las organizaciones.

Así, la “era del proceso de datos”, que abarca de 1950 a 1980, se caracteriza por unos sistemas de información que van incorporando, poco a poco, las mejoras en el campo de la informática. A lo largo de estas tres décadas los sistemas de información se enfocan hacia la automatización de los sistemas de información tradicionales. Los objetivos de los SI resultantes se centran en el proceso de datos, ya que debido a limitaciones existentes —de tamaño, de precio y de mantenimiento— el equipamiento informático debe ser adquirido y gestionado de forma centralizada por un departamento de proceso de datos, si bien surgen algunas de las técnicas y tecnologías que despegarán en la etapa siguiente.

En una primera fase (1950-1960), los sistemas de información tuvieron como principal función mecanizar las tareas administrativas repetitivas³², siendo su objetivo el la eficiencia interna a través del procesamiento de datos (procesamiento de transacciones, mantenimiento de libros, pago de nóminas...), utilizando para ello la capacidad de cálculo de los ordenadores tipo “mainframe”, extremadamente voluminosos y caros de mantener, por lo que en esta primera fase, la TI introdujo en sectores caracterizados por el uso intensivo de datos y por la generación de grandes cantidades de información (seguros, banca, líneas aéreas..).

32 A principios de los años 30 IBM había desarrollado un equipo específicamente para su uso en la contabilidad bancaria, que nadie adquirió. Sólo 15 años después y cuando la idea generalizada era que los ordenadores eran máquinas científicas, las empresas se interesaron por mecanizar el proceso de pago de nóminas (Drucker, 1998).

Entre 1960 y 1970, las mejoras en las capacidades de proceso de los mainframe y los avances en el campo de la programación permiten que las empresas puedan sacar más rendimiento de las grandes cantidades de datos internos almacenados de una forma que era fácilmente manipulable y reutilizable durante la década anterior. Esta situación derivó en el surgimiento de los sistemas de información para la dirección, cuya función era la de facilitar informes con un formato específico para apoyar la toma de decisiones.

Entre 1970 y 1980 los avances en la gestión de bases de datos, permiten dar una mayor flexibilidad a los informes suministrados por los sistemas de información. Las empresas empiezan a considerar que los datos son un activo que debe ser tratado como tal, por lo que surge el concepto de sistemas de apoyo a las decisiones, cuya función fundamental era proporcionar a sus usuarios finales un soporte que se adaptase a las necesidades informativas de su proceso de toma de decisiones y no a la inversa. La aparición de los miniordenadores da paso a una informática distribuida, que incrementa su capacidad de proceso y permite la descentralización del proceso de datos.

A finales de los años setenta se inicia, siguiendo la nomenclatura de Applegate, la “era de los microprocesadores”, marcada por la irrupción en las empresas del ordenador personal, que permiten la independencia del usuario frente al departamento central de proceso, pero sin que se de la descentralización de la información.

A lo largo de las décadas anteriores, la importancia de los datos facilitados por los SI en el proceso para la toma de decisiones fue en aumento, lo que llevó a que surgiese la necesidad, cada vez más evidente, de poder interactuar con los datos de forma más directa con el fin de obtener la información que se necesitaba. Esta situación se enfrentaba con las limitaciones existentes en los equipos utilizados en la era del mainframe, ya que éstos ofrecían poco margen en la flexibilización, tanto en la forma de procesar los datos como en la forma de presentar la información. Realizar cualquier ajuste para poder responder a nuevas demandas por parte de los usuarios de los sistemas precisaba de ajustes costosos, tanto en tiempo como en dinero, ya que debían ser realizados por personal especializado. Este hecho impulsó la conciencia sobre la necesidad del uso de estas tecnologías en el puesto de trabajo y el ordenador personal fue la respuesta a estos problemas, al permitir la descentralización de las TI y que los sistemas de información resultantes se orientasen hacia la gestión de la misma.

Siguiendo la evolución establecida por O'Brien, en esta etapa surgen los sistemas de información ejecutivos, diseñados para facilitar a los altos ejecutivos de la empresa la información crítica que quieren, cuando la necesitan y presentada en el formato que prefieran. Estos SI son una evolución lógica, que mejora el funcionamiento de los sistemas de apoyo a las decisiones de la fase anterior, y que se basan en la utilización de los ordenadores personales, así como en la mejora en la gestión de las bases de datos. También en esta década surgen dos sistemas de información totalmente nuevos, que abren las puertas al desarrollo de nuevas posibilidades en el uso de los SI dentro de las empresas. Por un lado se desarrollan los sistemas expertos, que posibilitan la aplicación de técnicas de inteligencia artificial a los sistemas información empresarial impulsando notablemente la creación, el almacenamiento y la comunicación del capital intelectual de las empresas, mientras que los sistemas de información estratégicos suponen una revolución en el papel de los sistemas de información, que dejan de ser un mero apoyo en la toma de decisiones para pasar a ser un generador de servicios y productos basados en la información que pueden generar tanto beneficios como ventajas competitivas en el mercado.

Los primeros años noventa marcan la “era del trabajo en red” para Cash et al., y McFarlan y Nolan, o la era de los “sistemas de información distribuidos” de Applegate, en la cual las redes informáticas alcanzan una posición propia como elementos integrantes de la estructura de la empresa.

A lo largo de la etapa anterior la mayoría de las empresas habían iniciado un “*outsourcing*” interno dentro de la función TI surgiendo con ello dos áreas de proceso informático diferentes. Por un lado estaba el centro de proceso de datos que, siguiendo el modelo tradicional, centralizaba en un departamento dotado con una gran potencia de cálculo lo que se consideraban las prioridades de la función TI en la empresa. La otra área estaba totalmente descentralizada, derivada del proceso de adquisición de ordenadores personales, con su potencia de cálculo repartida entre cada uno de los puestos de trabajo dotados con un ordenador personal, y en la que cada usuario se ocupaba, directa o indirectamente, de mantener su equipo en funcionamiento.

Esta descentralización trajo consigo problemas en la integración y en la consistencia de las distintas fuentes de datos existentes dentro de la empresa, ya que al organizar cada usuario el contenido de su ordenador personal según sus necesidades particulares, lo que dificultaba, cuando no impedía

totalmente, el intercambio de información. Así, la empresa se encontró con que los usuarios de sus SI necesitaban acceder a fuentes de datos que podían residir en el ordenador central o en otros ordenadores personales, por lo que se hizo necesario que los ordenadores disponibles en los puestos de trabajo evolucionasen desde el adjetivo “personales” hacia el de “interpersonales”, estaciones de trabajo con potencia de cálculo propia capaces de conectarse a las fuentes de datos adecuadas, situadas tanto dentro de la empresa como fuera de ella.

En consecuencia, las redes de ordenadores se fueron haciendo un hueco cada vez más importante en la infraestructura de las empresas, proceso que se vio facilitado por dos tipos de factores. El primero fue la existencia de soluciones tecnológicas, disponible a un precio razonable, a la demanda de interconexión de los distintos ordenadores utilizados en la empresa, ya que los avances en la comunicación entre ordenadores habían dado un salto cualitativo tanto en el aspecto técnico como en el del rendimiento y el coste. El segundo factor es, como recogen Cash et al., la existencia del fenómeno de la “masa crítica”, similar al que se dio con el uso del teléfono, y por el cual una vez que un departamento de la empresa empezaba a utilizar las redes, su expansión hacia el resto de la organización era imparable.

La generalización de estas redes ha provocado que desde los años noventa los sistemas de información evolucionasen hacia lo que O'Brien denomina “sistemas de información interconectados en red”, en los que los SI, además de seguir dando respuesta a sus funciones clásicas, han de dar respuesta a los requerimientos de acceso de un gran número de usuarios.

Dentro de esta etapa de sistemas de información podemos diferenciar dos fases, la primera de las cuales hemos definido como la de trabajo en red local, mientras que a la segunda la hemos denominado, adaptando la terminología de Burton Jones, la era del trabajo en red global, estableciendo la diferencia entre ambas por la incorporación de la red Internet al quehacer diario de las empresas.

En la primera mitad de la década de los noventa, la interconexión de las redes se centraba fundamentalmente en interior de la empresa, independientemente de la ubicación física de los elementos interconectados, si bien se empieza a abrir la red empresarial a redes ajenas, utilizadas por usuarios externos como son los clientes. Para garantizar el éxito de la conexión, era recomendable que estas redes se enlazasen de forma transparente, que el intercambio de la información de una red a otra se realice sin ningún pro-

blema y en este punto la red Internet jugó un papel fundamental para conformar nuestra realidad actual.

La concepción actual de Internet surge con la conexión en 1989 del primer proveedor comercial a la red Internet primigenia³³, creada en 1983 al conectarse las redes CSNET (académica), ARPANET (investigación militar) y MILNET(militar)³⁴ a través del protocolo TCP/IP. El éxito de la apertura de la red Internet a los proveedores comerciales se basó en las posibilidades que esta presentaba como medio de comunicación tanto entre personas como entre ordenadores. Aplicaciones como el correo electrónico o los grupos de noticias hacían posible nuevas formas de comunicación entre las personas, mientras que la aplicaciones orientadas hacia la distribución y la colaboración, como el telnet y el FTP, permitían compartir recursos informáticos de forma eficiente, con independencia de su localización geográfica, si bien el despegue definitivo de Internet vendría determinado por la aparición de una nueva aplicación, llamada World Wide Web (web), que simplificó la utilización de los recursos disponibles en la red, con lo que la misma se hizo accesible, con un mínimo esfuerzo, para un gran número de usuarios.

La popularización del web hizo que muchas empresas creasen espacios web que se convirtieron en un escaparate para sus productos y servicios, además de un medio de información de primera magnitud, como se refleja, por ejemplo, en los distintos trabajos realizados entre 1996 y 2001 sobre la difusión de información financiera a través de internet realizados tanto por las principales organizaciones contables (Canay, 2002) como académicos de diferentes países (Bonsón, 2001) y que resumimos en la *Tabla 2*:

33 Hasta ese momento, 'Internet' hacía referencia a la red científica internacional de ordenadores que utilizaba la tecnología TCP/IP para interconectar las distintas redes, mientras que internet con "i" hacía referencia a cualquier red que utilizase la misma tecnología, independientemente de que la misma estuviese conectada a la Internet principal o no.

34 La red ARPANET se puso en funcionamiento en 1970 para comunicar distintos centros universitarios de investigación con fines militares. En 1981, y su impacto en la investigación universitaria, la Fundación Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos financió la creación de CSNET para que la totalidad de la comunidad universitaria norteamericana pudiese disfrutar de las ventajas de la red. En 1983, en el momento que se conectan las redes CSNET y ARPANET, se crea la red MILNET a la que pertenecer exclusivamente organismos militares. Las Universidades y centros de investigación del resto del mundo obtuvieron pasarelas hacia las redes americanas a lo largo del tiempo.

Referencia	Universo del estudio	Año de muestreo	Número de empresas	Presencia Web
Petravick & Gillet, 1996	US, top 150 Fortune 500	1996	150	69%
Louwens et al., 1996	US, top 150 Fortune 500	1996	150	65%
Gray & Debreceeny, 1997	US, top 50 Fortune 500	1996	50	98%
Lymer, 1998	UK, top 50	1997	50	92%
Lymer & Tallberg, 1997	Finlandia, Bolsa Helsinki	1997	72	90%
Flynn & Gowthorpe, 1997	W, top 100 Fortune G-500	1997	100	89%
Sánchez Barrios, 1999	España, Ibex 35	1997	35	63%
Deller et al., 1998	Alemania, DAX	1998	100	76%
Deller et al., 1998	UK, FTSE	1998	100	85%
Deller et al., 1998	US, S&P	1998	100	95%
Gowthorpe & Amat, 1999	España, Bolsa de Madrid	1998	379	19%
Craven & Marston, 1999	UK, 200 mayor capitalizac.	1998	200	74%
Taylor, 1998	100 empresas internacionales	1998	100	100%
Molero et al., 1999	España, Ibex 35	1998	35	83%
Molero et al., 1999	España, Bolsa de Madrid	1998	215	45%
Heldin, 1999	Suecia, Bolsa de Estocolmo	1998	60	98%
Pirchegger et al., 1999	Austria, Bolsa de Viena	1998	32	88%
Lymer et al., 1999 (IASC)	22 países, 30 empresas por país	1999	660	86%
Trites, 1999 (CICA)	US-Can, NY-TSE-NASDAQ	1999	370	69%
FASB, 2000	US, Fortune 100	1998	100	99%
Bonsón et al., 2000	Eurozona, Eurostoxx 50	1999	50	100%
Gandia Cabero, 2001 (AECA)	España, Ibex 35	2000	35	97%

Tabla 2. Estudios sobre la utilización de la Web como medio de comunicación

Así, desde la segunda mitad de la década de los noventa, la incorporación de Internet a la actividad diaria, los avances en la tecnología de las comunicaciones³⁵ y en los sistemas de información hicieron que las empresas pudieran mejorar el acceso y intercambio de información entre trabajadores, clientes y proveedores, lo que hace que el punto de atención en el uso empresarial de los sistemas de información pasase a estar centrado en la gestión del conocimiento, etapa en la que nos encontramos y a la que podemos denominar era del trabajo en red, potenciada por la existencia de una convergencia tecnológica que abordamos en el siguiente epígrafe.

35 Si Drucker y Lucas señalan al ordenador como el ejemplo de la tercera revolución industrial, para la fase del trabajo en red nos atrevemos a señalar como símbolo al teléfono móvil.

La convergencia tecnológica

Desde principios de los años 90 se está utilizando la expresión “convergencia” para hacer referencia a los cambios que se están desarrollando en las áreas de la información, la comunicación y el entretenimiento y que han afectado desde un punto de vista macroeconómico a las estructura de muchas ramas de actividad y al mismo concepto de mercado en el que se compete, mientras que en el ámbito microeconómico, se han materializado en el desarrollo de competencias, conocimientos y habilidades nuevas dentro de empresas, a partir de las potencialidades facilitadas por esta convergencia.

Las fuerzas motrices que impulsaron esta convergencia fueron los avances tecnológicos en campo de los semiconductores, de las comunicaciones digitales y del software, el proceso de desreglamentación en el sector de las comunicaciones iniciado por los distintos gobiernos y la propia creatividad de las empresas (Yoffie, 1996), lo que favoreció la propagación de avances o innovaciones comercializadas en una industria, de tal forma que éstas influyen o cambian de forma significativa la naturaleza del desarrollo de productos, de competir o el proceso de creación de valor en otras (Lei, 2000). Con ello, la convergencia creaba nuevas oportunidades tanto a las empresas ya existentes como a nuevos jugadores a través de las nuevas oportunidades de mercado y las posibilidades tecnológicas a la vez que incrementa la competencia entre empresas, entre productos/servicios y entre tecnologías en un momento en el que la sensación generalizada era que una infraestructura de información avanzada era la llave para el crecimiento económico y la creación de valor (Eggan, 1994).

Su definición dependerá del enfoque empleado. Así, desde el punto de vista funcional, orientado al consumidor, podemos considerar que la convergencia digital es la unificación de funciones, integrando en un nuevo producto soluciones ya existentes por separado (Yoffie, 1996), mientras que desde un punto de vista técnico, la convergencia digital se puede definir como la capacidad de distintas redes de transportar servicios similares (CE, 1997).

De las ideas subyacentes a las definiciones presentadas pueden identificar cinco áreas donde se realiza esta convergencia (Bohlin, 2000): redes

(interconexión y la interoperabilidad entre las distintas redes³⁶), industrias/mercados (empresas pertenecientes a sectores y mercados diferentes empiezan a ofertar servicios o productos similares a los mismos clientes³⁷), productos/servicios (se ofertan algunas funcionalidades que previamente se vendían en otros mercados³⁸), empresas (empresas de sectores diferentes que se unen para presentar al mercado ofertas conjuntas de productos o servicios³⁹) y tecnología.

Como recoge la Comisión de la Comunidades Europeas (2005), es la convergencia digital que se produce en el día a día entre los servicios, redes y dispositivos de la sociedad de la información y los medios de comunicación la que impulsa la aparición de una economía digital abierta y competitiva, a la cual deben adaptarse todos los agentes que participan, directa o indirectamente en la misma.

A la vista de lo expuesto hasta el momento, podemos concluir que el proceso que nos lleva a adjetivar el momento social y económico en el que nos ha tocado vivir con los términos “información” o “conocimiento” ha sido el fruto de una continua evolución en el reconocimiento del papel de estos dos conceptos en el desarrollo del quehacer humano en las sociedades más avanzadas.

Si, como se ha visto, la definición de lo que se oculta detrás de la palabra conocimiento es polifacética, no es de extrañar que el desarrollo del concepto más amplio haya surgido a partir de la aportación de múltiples agentes, combinándose el papel de pensadores y artesanos a la hora de dar un cuerpo genérico a una idea esquivada.

Para la adjetivación de la sociedad, nuestra postura en esta discusión parte de la consideración básica por la cual el conocimiento ha estado presente en todo momento social, siendo el hecho diferencial del estadio actual,

36 Por ejemplo, Internet, donde se pueden utilizar redes telefónicas, de fibra óptica, red de telefonía móvil.

37 Por ejemplo, las operadoras de cable que ofrecen telefonía, internet y televisión.

38 Telefonía a través de internet.

39 Ejemplo de esta situación son las promociones de venta de equipos informáticos con determinados programas preinstalados a precios reducidos siempre y cuando se contrate un determinado servicio de acceso a Internet (alianzas estratégicas entre un fabricante de hardware, un conjunto de empresas de software y un proveedor de servicios de Internet).

a la que preferimos denominar sociedad basada en el conocimiento, la base tecnológica que se emplea en la producción y generación de conocimiento, mientras que el término sociedad de la información hace referencia a un estadio de desarrollo social y económico en el cual el uso de la información, a través la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones al quehacer diario de las personas, ha provocado la modificación de las estructuras de la sociedad industrial que, claramente, ha afectado a la economía.

Las alteraciones en este ámbito se han producido, fundamentalmente, por la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la actividad empresarial desde mediados del siglo pasado y la influencia de esta situación en su quehacer diario.

La convergencia tecnológica resultante (y en especial la convergencia digital) se destaca como el punto donde confluyen los diversos factores que están modificando la forma tradicional de entender las relaciones económicas y sociales y es en este punto donde la Universidad no puede permanecer impasible ante sus efectos, ya que al igual que el resto de agentes sociales, debe afrontar los retos que se vislumbran ante ella con el surgimiento de la sociedad de la información y su papel predominante en el establecimiento de una sociedad basada en el conocimiento.

CAPÍTULO 3

Universidad y sociedad

En España la normativa legal en vigor⁴⁰ establece, en el apartado primero de su artículo 1, el marco de relación entre la Universidad y la sociedad a la que pertenece, estipulando que la Universidad es la responsable de ofertar el servicio público de la educación superior mediante la investigación, la docencia y el estudio⁴¹.

Para cumplir con este encargo, en el apartado 2 del citado artículo, a la Universidad el legislador le asigna como funciones al servicio de la sociedad la creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la técnica y de la cultura; la preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos y para la creación artística; la difusión, la valorización y la transferencia del conocimiento al servicio de la cultura, de la calidad de la vida, y del desarrollo económico y la difusión del conocimiento y la cultura a través de la extensión universitaria y la formación a lo largo de toda la vida.

Este mandato no dista de la visión de la Universidad expresada por Ortega y Gasset en la Revista de Occidente en el año 1961, según la cual las funciones de la Universidad consisten en formar profesionales, preparar científicos y proporcionar unos esquemas culturales básicos (Ortega, 1961), ideas que también se reflejan en la Carta Magna de las Universidades Europeas⁴²,

40 Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

41 Esta misión no muy diferente del recogido en la derogada Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (art 2.1)

42 <http://www.crue.org/cmue.htm>

que caracteriza a la Universidad como “una institución autónoma que, de manera crítica, produce y transmite la cultura por medio de la investigación y de la enseñanza” y que se pueden encontrar en obras como la de Giner de los Ríos (2001) que hace poco más de un siglo establecía que el abanico de funciones universitarias debía abarcar la investigación científica, incorporación al sistema de cultura general, transmisión y difusión de esta cultura, educación de la juventud y preparación para ciertas profesiones.

A partir de estas premisas, el profesor Marco Cuéllar (2001) considera que los objetivos y funciones generales de la Universidad con la sociedad actual se podrían resumir en los cuatro puntos siguientes:

- Constituir una “fábrica de profesionales y especialistas”, mediante el ejercicio de su función docente.
- Ser una “fábrica del conocimiento”, a través de su actividad investigadora creando.
- Actuar como “fábrica de ideas”, potenciando la interacción con la sociedad y la industria.
- Ser un “crisol cultural multidisciplinar”, es decir, un punto de encuentro de distintas iniciativas culturales, técnicas y saberes.

Sin embargo, es evidente que el cumplimiento de dichas funciones requiere que la política educativa establecida desde los poderes públicos tenga muy presente los distintos factores de cambio que operan sobre la sociedad en general y sobre el sistema educativo como parte de la misma.

En este sentido, la Declaración Mundial sobre Educación Superior para el siglo XXI adoptada en la Conferencia Mundial sobre Educación Superior de la UNESCO (París, 5-9 de octubre de 1998) señala que: “la relevancia de la educación superior debe evaluarse según la correspondencia entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que ellas hacen. Ello requiere visión ética, imparcialidad política, capacidad crítica y, al mismo tiempo, una mejor articulación con los problemas de la sociedad y del mundo del trabajo, basando las orientaciones a largo plazo en las necesidades y finalidades de la sociedad, incluyendo el respeto a la cultura y la protección ambiental”.

Las políticas públicas de educación, como se señala en el Informe Universidad 2000 (Bricall, 2000), tienen un papel decisivo al marcar las directrices que permiten salvaguardar y potenciar las funciones sociales propias de los sistemas educativos, ya que, en concreto, deben favorecer:

- la preservación y transmisión crítica del conocimiento, la cultura y los valores sociales a nuevas generaciones: mejorando las capacidades de razonamiento crítico y las habilidades y aptitudes de los individuos, que les permitan, posteriormente, desarrollar su actividad profesional y participar en el desarrollo de la sociedad;
- la revelación de las capacidades individuales: mediante la definición de las carreras y la orientación del alumnado a lo largo de las mismas;
- el aumento de la base de conocimientos de la sociedad: a través de procesos de investigación básica o aplicada y la validación y difusión de los nuevos conocimientos generados.

Con estas directrices se ha de dar respuesta al proceso de cambio estructural que se está dando en la sociedad, cuyas principales dimensiones son (Bricall, 2000):

1. La generación y difusión de nuevos avances científicos y, en particular, las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC),
2. La transformación experimentada por el peso de los distintos sectores de la economía en la actividad económica y la consiguiente redistribución de la ocupación,
3. La creciente internacionalización y globalización de las sociedades y de sus economías y,
4. El aumento del nivel educativo y de la base de conocimientos en las sociedades más avanzadas.

Evolución histórica de la misión y las funciones de la Universidad

La respuesta a estos cambios estructurales de la sociedad implica la necesidad de adaptación por parte de las universidades a las nuevas funciones que los poderes públicos y la sociedad le demanda. Sin embargo, se reconoce que el logro de dicha adaptación no es fácil puesto que supone la necesidad de proceder a la revisión tanto de su forma de operar como de las condiciones precisas para llevar a cabo su cometido.

A lo largo de la historia en la institución universitaria han influido nuevas circunstancias que han motivado un cambio en la misión y objetivos de la Universidad, de tal forma que la misma ha dejado de estar orientada únicamente a la formación de élites para convertirse en un sistema de educación superior de masas al servicio del desarrollo económico, social y tecnológico de las sociedades.

Este proceso se ha ido dando a lo largo del tiempo de una forma continua y, en ocasiones, casi involuntaria, por lo que la imagen de la Universidad como un ente que no evoluciona es falsa. Clark Kerr, primer Rector de la Universidad de California en Berkeley, escribió una de las citas más conocidas sobre la historia de la Universidad: “cerca de 85 instituciones del mundo occidental existentes en 1520 todavía existen con una forma reconocible, con funciones similares y con una historia continua, incluyendo la Iglesia Católica, los Parlamentos de la Isla de Man, de Islandia, y de Gran Bretaña y 70 universidades” (Kerr, 1982).

Como señala Roger King (2004), los inicios de lo que consideramos Universidad moderna europea hay que situarlos en el siglo XII y nos llevan hasta el siglo XVII, siguiendo un patrón donde la idea de la actividad intelectual libre no tiene ningún papel, ya que en esa época las universidades tenían como función asignada la transmisión de la verdad revelada e inmutable, debido a su origen como herederas de los *Studia Generali* y su cercanía a las élites dirigentes.

De hecho, la fundación de las Universidades en esta época distaban mucho del sistema actual. Como recoge Cuberley en su *Historia de la Educación*, publicada en 1902, no hacía falta más que un profesor de cierta reputación se trasladase de una ciudad a otra para arrastrar con él a cierto número de estudiantes lo cual, a su vez, generaba que otros profesores, menos prestigiosos, se desplazasen con la idea de sentar cátedra en dicha ciudad y atrajesen a más estudiantes, con lo cual el *studium* quedaba establecido. Este sistema hacía que en ocasiones fuesen las distintas sedes catedralicias o los monarcas los que hiciesen una oferta a los docentes para lograr su traslado a sus territorios.⁴³

43 Así, la Universidad de Cambridge surge como resultado de la invitación del rey Enrique III a los profesores y estudiantes en huelga de la Universidad de París para que abandonasen ésta y se instalasen en Inglaterra, garantizándoles la concesión de todas aquellas cosas que le solicitasen (Cuberley, 1902).

Durante el siglo XIII los integrantes de los distintos *studiums* se fueron articulando de una forma similar a cualquier otro gremio⁴⁴ de la época, buscando con ello alcanzar una serie de privilegios que son origen de muchas de las tradiciones y estructuras de la universidad actual como son la libertad de estudio y reflexión, la integración voluntaria de los miembros en la institución, la tesis doctoral como “obra maestra” que será juzgada por una corte de maestros y que de ser admitida permitirá al aprendiz pasar a ser un maestro más y obtener la plena capacidad docente, o la facultad como la organización de los maestros del gremio en función de las materias objeto de enseñanza.

La función social de la universidad durante este periodo se centraba básicamente a la formación de las élites dirigentes, cuyos miembros eran los únicos que podían afrontar los costes inherentes a incorporarse al gremio, ya que los incipientes estados europeos se fijaron en las universidades como la fuente de la que obtener el personal formado para llevar a cabo las tareas administrativas, en especial aquellas personas que recibían formación en el campo jurídico (Torstendahl, 1993). También se produce un proceso de incorporación a la vida pública de las ciudades y los estados, participando con una voz propia en las cuestiones de estado, pero sin cuestionar el *status quo* social o su papel de transmisores de conocimiento. Como señala Cumberley (1902), quizá la aportación más significativa desde el punto de vista de las masas fue la de impulsar las escuelas secundarias, ya que el superávit de profesores en determinados campos de conocimiento, en especial las Artes, favoreció que buscasen un mercado donde sus capacidades fuesen requeridas.

Por último, y colateralmente, el desarrollo de los privilegios gremiales favoreció la creación, lenta pero constante, de un clima académico que permitió empezar a poner en duda las verdades reveladas e inmutables y el surgimiento de un nuevo enfoque en el pensamiento, donde el ser humano desempeñaba un papel primordial y activo. Profesores que cuestionaban la doctrina oficial católica que imponía el Papa, como John Wycliffe, Erasmo, Tomas Moro, Lutero, Calvino o Jacques Lefevre, favorecieron el surgimiento de una serie de corrientes de pensamiento (y de revueltas) que llevaron a la ruptura de la hegemonía de Roma en la religión católica y la aparición de un

44 Es también en el siglo XIII donde se empieza a utilizar el término de Derecho Romano *universitas* (que tiene un significado muy parecido al concepto británico de corporación) para hacer referencia a este tipo de gremios .

nuevo orden social en Europa, que irá desarrollando un nuevo enfoque de Universidad y sus funciones (Cuberly, 1902).

Tras las guerras de religión de los siglos XVI y XVII, Europa se encamina hacia la Ilustración o el “Siglo de las Luces”. En un momento en que la Universidad está dejando a un lado su dependencia de las autoridades religiosas y forjando sus alianzas con los nuevos Estados, la victoria de las corrientes filosóficas del racionalismo y del empirismo sobre el dogmatismo se traduce en la búsqueda de la independencia del conocimiento frente a las autoridades religiosas y políticas que desembocará en la Ilustración.

Por ello, durante este periodo la principal fuerza generadora de conocimiento está en la sociedad civil, sobre todo en escritores, intelectuales y nobles, por lo que coexistirán dos fuentes principales de generación de conocimiento, una institucional, basada en las Universidades y la Reales Academias, mientras que la segunda será extra-institucional y estará basada en los desarrollos intelectuales elaborados desde las clases más pudientes (Delanty, 2001).

Como señala Bonvecchio (2000), la crisis del modelo agrícola-feudal a lo largo del siglo XVIII, unida a la revolución industrial que se produce en ese periodo, provocan un cambio en el papel de la universidad en la sociedad que propició la ampliación de los horizontes de la enseñanza superior para responder adecuadamente tanto a las nuevas demandas técnicas como a la mayor preocupación por la ciencia experimental.

No es hasta el inicio del siglo XIX cuando aparece una Universidad que puede ser similar al concepto que actualmente tenemos de la misma (Mora, 2004). El nacimiento del Estado-Nación a principios del siglo XIX, la influencia de las ideas y principios surgidos tras la Revolución Francesa y el desarrollo industrial provocaron la aparición de nuevos modelos de organización de las universidades más acordes a las necesidades de las sociedades de la época. Así, Mora (2004) identifica tres grandes tipos:

1. Modelo alemán o humboldtiano: las reformas llevadas a cabo por Von Humboldt en el ámbito de la educación secundaria y superior en Prusia como director del Departamento de Instrucción Pública llevaron a la instauración de un nuevo modelo de universidad en el cual la meta era el conocimiento científico, huyendo de la universidad de la época gremial incorporando la investigación como actividad fun-

damental de la nueva universidad y organizada en departamentos (Malagón Plata, 2005). En el ámbito docente la clase repetitiva, habitual en la universidad medieval, es sustituida por las conferencias y los seminarios (Cuberley, 1902).

2. Modelo francés o napoleónico. En este modelo se busca la formación de las élites necesarias para la organización administrativa diseñada por Napoleón, por lo que se convierten en los organismos que proveen a la función pública de sus miembros. La titularidad de esta universidad era pública y estaba orientada a dar cobertura a las necesidades del Estado y organizaban su actividad docente alrededor de las facultades (Malagón Plata, 2005).
3. Modelo anglosajón: las universidades se mantienen como organizaciones privadas, por lo que el Estado ejerce muy poco poder sobre ellas. Su orientación es la formación del individuo y parte de la base que una formación sólida era capaz de dar respuesta a las necesidades de las nuevas empresas y del Estado.

La conjunción de los desarrollos humanistas previos y los nuevos conocimientos científicos facilitó en este período, como señala Bricall (2000), el ejercicio de la crítica social por parte de la Universidad y potenció la capacidad de la misma para fomentar la innovación en la producción y la tecnología, consolidándose la vinculación entre la actividad investigadora y la industrial.

El paso del tiempo permitió entrelazar las características de estos tres modelos, lo que desembocó en el siglo XX en la consolidación de una idea de Universidad en la cual se conjugan las actividades docentes e investigadoras, siendo el peso relativo de cada uno de ellos diferentes en función de la estructura social a la que se da soporte y de la propia historia de cada universidad.

Bajo este enfoque, Marín y González (2000) indican que las funciones que deben cumplir cualquier universidad serían la preparación y formación de profesionales e investigadores cualificados, la transmisión de la cultura, el desarrollo y la transformación de la sociedad y la creación, desarrollo e innovación de la ciencia.

Sin embargo, el significado que se le ha de dar a términos *universidad* o *instituciones de educación superior* dependen en gran medida del contexto educativo al que hacen referencia. Como señala Denman (2005), la tipología empleada en la *International Association of University*, dependiente de la UNESCO, diferencia entre universidades, otras instituciones de educación superior y otras unidades académicas en función del país. También incluye la existencia de nuevas universidades regionales, como la Universidad de las Naciones Unidas, pero aún así se omiten centros especializados o las universidades virtuales.

Por su parte, el aprobado por el Consejo de Europa en 1997 reconoce en la complejidad de la delimitación del término, ya que si bien la definición recogida en el artículo I del mismo establece que se considera institución de educación superior a aquella en la que “se imparte educación superior y que la autoridad competente de una Parte reconoce como elemento constitutivo de su sistema de educación superior” (Consejo de Europa, 1997), se hizo necesario establecer una serie de convenciones para poder concretar más el sentido que se deseaba dar, quedando la definición de la universidad subsumida en el texto resultante.

Así, en el Informe Explicativo sobre Reconocimiento de Cualificaciones Relativas a la Educación Superior en la Región Europea⁴⁵, establece en cuanto a las definiciones recogidas en el artículo primero del Convenio que “los conceptos de educación superior, institución de educación superior y programa de educación superior guardan relación entre sí. Por consiguiente, las definiciones y los párrafos correspondientes del Informe Explicativo deben leerse en este contexto”.

Por ello, al abordar la explicación del término Institución de educación superior, el Consejo de Europa opta por establecer qué se entiende por programa de educación superior, y que estos son los que dan razón de ser a las entidades. Sin embargo, en el desarrollo del texto se recoge que “los programas de educación superior se imparten por lo general, *pero no siempre*, en instituciones de educación superior, la mayoría de las cuales ofrecen varios programas”.

Con este matiz, queda claramente establecida la no exclusividad de la educación superior a los agentes más tradicionales. Así, más adelante se puede leer que “las universidades son un tipo de instituciones de educación

45 <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Reports/Html/165-ESP.htm>

superior que se suelen caracterizar por una doble misión de enseñanza y de investigación, en una gran variedad de disciplinas y en diversos niveles.”, por lo que hay un campo de actividad formativa que podrá ser cubierto por “otros tipos de instituciones de educación superior (...), destinados más especialmente a inculcar en sus estudiantes competencias profesionales específicas, u ofrecer programas de educación superior en una sola disciplina académica o en un número limitado de disciplinas”.

Las denominaciones y los modelos de organización de las instituciones de educación superior no universitarias⁴⁶, así como el tipo y la gama de disciplinas que ofrecen quedan bajo el control de las autoridades nacionales de cada Estado firmante, y para que se asimile a una institución o programa de educación superior, “las autoridades competentes de una parte deben reconocer que la institución o el programa en cuestión forma parte de su sistema de educación superior” (Consejo de Europa, 1997b).

Por lo tanto, tal y como señala Edwards (2004), cualquier intento pragmático de definir a la universidad a lo largo del siglo XX (en su conjunto o una en particular) debe tener en cuenta los condicionantes sociales e históricos.

Por ello, y al igual que señalan Edwards (2004) y Denman (2005), consideramos que en periodos de estabilidad relativa se puede emplear el término genérico de “universidad” para hacer referencia a cualquier centro de educación superior. Sin embargo, en contextos de cambios constantes, como el que se ha vivido en los últimos 30 años, las diferencias subyacentes en cada sistema universitario (y en cada universidad) se ponen de manifiesto en su forma de reaccionar frente al cambio, aunque los problemas sean similares.

Para poder enmarcar los contexto en el que se desarrolla la actividad de la educación superior, utilizaremos un doble enfoque, señalando por una parte una serie de retos (preguntas) que se han identificado en la literatura académica, mientras que después abordaremos las tendencias (respuestas) detectadas en la educación superior.

46 Las *Fachhochschulen*, los *fóiskola*, los institutos politécnicos, los *hogescholen*, los *colleges* y los *statlige hf gskoler* son algunos ejemplos de instituciones de educación superior no universitarias.

Retos ante el inicio del siglo XXI

Una revisión de la literatura académica sobre la universidad nos permite identificar una serie de retos a los que las universidades deben hacer frente en los primeros años del siglo XXI (por ejemplo, Rubio, 1996; Green, 1997; Rodrigues, 2000 y González, 2000).

Estos retos, a efectos de su mejor comprensión y análisis, los hemos agrupado en dos bloques (la modificación en la demanda y en la oferta de la educación y el establecimiento de un nuevo contrato social con su entorno) con el fin de facilitar el análisis de la situación actual. Si bien todos están relacionadas entre sí, consideramos que la masificación de la educación superior en las últimas décadas del siglo XX ha sido el factor desencadenante de la gran mayoría de los retos a los que tiene que dar respuesta la Universidad.

Las universidades ante el reto de la masificación

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial en los Estados Unidos se generalizó un cambio en la edad de acceso a la universidad que poco a poco se fue extendiendo al resto de los países occidentales. El origen de este cambio se puede establecer en la aprobación de la *GI Bill*, que favorecía la incorporación de veteranos de guerra a la universidad (King, 2004), y con ello la ruptura de la idea de la universidad como una etapa formativa inmediatamente posterior a la formación secundaria (Edwards, 2004).

Este proceso, unido al denominado *baby boom*, provocó la expansión cuantitativa del número de estudiantes dentro de un proceso de democratización de la educación superior que ha facilitado el acceso a la misma sea común en amplias capas de la sociedad (González, 1999, Rubio, 1996) y que se ha venido denominando como masificación de la educación superior⁴⁷. Esta situación ha llevado a las universidades a moverse desde una educación para las élites hasta lo que se puede denominar una educación universal a través de la educación de masas (Kogan, 2000).

Al estudiantado tradicional identificado con aquel que inicia sus estudios universitarios inmediatamente después de terminar la educación secundaria, se han unido aquellas personas que buscan una formación es-

47 La masificación se debe entender en este sentido, ya que desde un punto puramente numérico Estados Unidos tiene un sistema universitario masificado desde finales del siglo XIX (Trow, 1979).

pecializada, que de respuesta a la demanda de fuerza de trabajo altamente cualificada, generando una nueva presión en las universidades derivada por la aparición de nuevos factores en la demanda, tanto cuantitativos como cualitativos. No sólo son más aquellos que quieren acceder a la universidad sino que su expectativas y necesidades formativas están claramente diferenciadas (Clark, 1998).

Como respuesta natural a esta diversificación en la demanda de educación superior, se ha generado un incremento en su oferta de la misma, tanto en lo referente a las titulaciones o programas, como a la aparición de nuevos agentes formativos.

En el caso español, este proceso se ha concretado en una diversificación territorial, estructural, formativa⁴⁸ y curricular del sistema de enseñanza superior (Rodrigues, 2002; García, 1998) sin que el sistema de enseñanza superior perdiese su carácter preeminentemente público, en muchas regiones las universidades privadas surgen como uno de los elementos más dinámicos y de mayor crecimiento en la formación no obligatoria, especialmente en Asia y América Latina (Altbach, 1999).

La imposibilidad de dar respuesta a la creciente demanda de educación superior por parte de los sistema públicos, en parte motivada como señala Altbach (1999), por la falta de voluntad o la incapacidad de la administración, hace que sean los nuevos agentes educativos los que se estén haciendo con una creciente cuota de mercado (Richardson et al., 1998; Middlehurt, 2001).

Sin embargo este proceso de privatización, entendido como la apertura de la oferta académica a nuevos agentes, no implica necesariamente la adopción estricta de los principios de libre competencia, sino que, fundamentalmente, hace referencia al traspaso de la gestión a manos privadas (Kwong, 2000), guardándose la administración la regulación y el control del sector educativo, tal y como se puede observar en el *Convenio sobre reconocimiento de cualificaciones relativas a la educación superior en la región Europea*.

Si bien no existen evidencias claras que sustenten que el proceso de privatización y orientación al mercado haya mejorado la provisión, la eficiencia, la eficacia y la equidad de los sistemas de educación superior en los

48 De las 5 titulaciones del año 1920, se pasó a 9 en el periodo 1940-1960, hasta llegar a las 190 existentes en el curso 2005-2006.

países más avanzados en este proceso, como son EUA, Inglaterra, Australia y Nueva Zelanda (Whitty et al., 2000), la introducción de mecanismos de mercado, o de semi-mercado, es una constante en la actuación de las administraciones públicas en los últimos tiempos, con el objetivo de mejorar su eficiencia.

La puesta en marcha de mecanismos tales como los planes estratégicos⁴⁹ y la búsqueda de nichos de mercado en función de las propias características por parte de las universidades son un ejemplo de cómo surge la aparición de un nuevo contrato social entre universidad y su entorno, lo que conforma el otro gran reto al que debe dar respuesta (Newman, 2001).

El contrato de la Universidad con su entorno

Si analizamos la actividad de la Universidad como la de un agente económico que provee de determinados bienes y servicios a la sociedad, ésta debe de cumplir con el contrato que adquiere con sus clientes. Pero, al contrario que otros muchos agentes de producción, los clientes de la Universidad (con independencia de su titularidad pública o privada) no son sólo aquellos que directamente acceden a sus productos o servicios (el alumnado en el caso de la docencia, empresas en el caso de la investigación y desarrollo), sino que la sociedad en su conjunto se ve afectada por el resultado de su actividad.

En el caso de la relación con el individuo, el contrato existente puede ser asimilado a un contrato civil⁵⁰, donde están claramente delimitadas las funciones de proveedor y de cliente, pudiendo ser un contrato tácito (en el caso del producto docente) o expreso (en el caso de contratos de investigación).

El contrato que se celebra entre la universidad y la sociedad que la acoge tiene las características propias de un contrato social⁵¹, en la que las con-

49 En el caso de la Universidad de Santiago de Compostela, en 1998 se establecieron los elementos básicos para sus posteriores planes estratégicos, tanto globales como sectoriales. Estos documentos se pueden consultar en la URL <http://www.usc.es/gl/servizos/calidade/planificacion.html>.

50 En el caso de las universidades públicas, en realidad se trata de un contrato de naturaleza administrativa, pero este hecho no invalida la idea intuitiva de contrato tácito.

51 El desarrollo de la idea del contrato social se puede seguir a través de la obras de Platón, Epicurio, Hobbes, Rousseau, Proudhon, Rawls y Dworkin, sin olvidar la aportación de la Escuela de Salamanca a través de Francisco Suárez.

sideraciones filosóficas y políticas sustituyen a los aspectos jurídicos. Bajo este contrato podemos considerar que la sociedad delega en la Universidad una serie de funciones que pueden cambiar a lo largo del tiempo, tal y como hemos tratado en epígrafes anteriores, a cambio de obtener una serie de resultados que la beneficien como conjunto.

La Universidad como motor económico

Una de las exigencias de la sociedad hacia las universidades es que se conviertan en uno de los motores para la creación de riqueza en la sociedad del conocimiento, ya que la universidad es una fuente primaria de los activos más importantes en la sociedad del conocimiento: nuevas ideas y personal capacitado para obtener el máximo resultado de las mismas (Lester, 2005).

Además de la tradicional función formadora, esta contribución se materializa cada vez más a través de la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología (Goldstein y Renault, 2004), ya que el conocimiento se ha convertido en el *input* crítico para las innovaciones en todas las actividades productivas. Por ello, como apunta Lester (2005), las universidades participan en el desarrollo económico a través de cuatro grandes líneas de actuación:

- Educación y formación: potenciando el capital humano de la sociedad en todos los niveles educativos, desde la licenciatura hasta los postgrados profesionales,
- Incrementando el *stock* de conocimiento codificado, por medio de la literatura académica, las patentes y los prototipos desarrollados,
- incrementando las capacidades de la región para resolver problemas técnicos y científicos, lo que incluye los contratos de investigación universidad-empresa, la actividad de consultoría científica-técnica o los programas de apoyo a iniciativas empresariales de la comunidad universitaria (incubadoras de empresas, programas de emprendimiento...) y,
- facilitando espacios de encuentro entre la industria y la sociedad, como son los congresos o los foros de empleo;

lo que las convierten en un componente básico en el desarrollo económico de un país o región⁵² (Binks, 1999; Miner et al., 2001; Hernes, 2003; Rodrigues, 2004), si bien la materialización de los beneficios económicos esperados puede ser un proceso muy lento. Por ejemplo, los esfuerzos iniciados en Carolina del Norte en la década de los años 20 del pasado siglo necesitaron 50 años para dieran sus frutos en términos de creación de empleo y desarrollo empresarial en el denominado Triángulo de investigación de Carolina del Norte (Link, 1995).

En esta línea, coincidimos con Solé y Palacio (2004) en la reflexión sobre la tendencia a pasar por alto los resultados no susceptibles de un aprovechamiento inmediato por parte de la sociedad (y de la misma Universidad) a la hora de establecer las aportaciones de la Universidad al desarrollo regional. En un trabajo anterior, Solé y Coll (1998) habían identificado tres grandes grupos de contribuciones al desarrollo regional por parte de las instituciones de educación superior.

En el primero de ellos, la contribución convencional al desarrollo, se encuadrarían las actuaciones relacionadas con la creación de ocupación directa, la movilidad de capital humano, el factor de convergencia entre territorios desequilibrados económicamente, la planificación urbana y territorial y la transferencia de tecnología.

El segundo bloque estaría conformado por su contribución como agente del espacio. En este caso, las universidades favorecen los cambios culturales, incrementan el capital humano, fomentan la conexión entre las redes de investigación internas y externas, contribuyen a la creación del sistema de innovación tecnológica, atraen nuevo capital humano y mejoran la imagen de la zona.

El último bloque estaría relacionado con la mejora de la organización territorial por medio de sus relaciones con la Administración, la relación con otras redes del sistema educativo y el establecimiento de redes con el sistema productivo regional.

52 Frente a esta visión positiva, autores como Gray (1999) señalan que el papel de la educación superior en el desarrollo económico se ciñe, fundamentalmente, a actuaciones individuales, bien de investigadores, bien de departamentos, sin que exista una actuación planificada de facultades o universidades sobre su entorno. Trabajos como el de Bleaney et al. (1992) o el influyente informe Dearing (1997) apuntan a un escenario aún peor, donde la influencia de la universidad en el desarrollo económico es neutral, cuando no negativa.

Quizá el caso más conocido de influencia de una universidad en el desarrollo de una región sea el de la Universidad de Stanford y su relación con el auge de Silicon Valley (Rogers y Larsen, 1984) pero, al igual que Kanter (1995), consideramos que el caso más notorio de interacción Universidad-entorno, en la línea de lo apuntado en la tipología de Sole y Coll (1998), es el del área metropolitana de Boston (Massachusetts). En esta ciudad, gracias a la transferencia de ideas procedentes de universidades como el Massachusetts Institute of Technology o la Universidad de Harvard al tejido empresarial⁵³, se ha generado una comunidad del conocimiento única en el mundo (Rosegrant y Lampe, 1985; Kanter, 1995).

Como señala Robertson (1999), esta definición de “comunidad del conocimiento” es adecuada para una ciudad en la que existen 65 instituciones de educación superior, con 250.000 estudiantes y en la que el 50 por ciento de la población asiste a la universidad, mayoritariamente para seguir programas de formación continua.

En Europa, quizá el máximo ejemplo de este tipo de relación se da en la región de Twente (Holanda), donde su Universidad ha jugado un papel de catalizador regional para el desarrollo de la economía del conocimiento en su región. Esta zona de Holanda, orientada a la industria textil desde su incorporación a la corona holandesa en el siglo XIX, entró en una fuerte crisis en la década de los años 50 del siglo pasado con la pérdida de las colonias proveedoras de algodón (Benneworth y Charles, 2005).

En 1962 se creó la Universidad de Twente con el fin de revitalizar la industria textil, pero a finales de la década de los setenta redefinió su actividad hacia la transferencia de conocimiento básico en forma de tecnología hacia las empresas de la región, generándose un gran número de *spin-offs* que permitieron reconstruir la industria local después del colapso del sector textil de los años 70, generando una dinámica de innovación en toda la región (Van der Sijde et al., 2002; Lazzaretti y Tavoletti, 2005; Benneworth y Charles, 2005)

53 Robertson (1999) señala que 400 empresas *start-up* de Silicon Valley estaban dirigidas por licenciados de dicha universidad en 1999. Para este mismo año, cuantifica en 230 millones de dólares de ingresos y 1.200.000 puestos de trabajo generados por las empresas creadas por licenciados por el MIT.

Los resultados de la educación superior

La lentitud de la materialización del proceso de creación de riqueza, la influencia indirecta en procesos de innovación⁵⁴, la dificultad a la hora de materializar los resultados de determinadas actuaciones o simplemente la fuerza de la tradición, hacen que la sociedad juzgue a la universidad principalmente por su faceta docente.

Por ello, se hace necesario abordar la problemática existente a la hora de identificar los resultados de la educación superior en este ámbito, partiendo de la establecida por el profesor Mora Ruiz (1999) y recogida por Ivenne Montilla en su tesis doctoral “La calidad de la enseñanza universitaria (caso: Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de los Andes-Núcleo Trujillo)”.

Para el profesor Mora, se pueden identificar dos grandes grupos de beneficios⁵⁵ de la educación superior, los individuales y los de carácter social, cada uno de los cuales tienen tres componentes.

Los beneficios individuales, entendidos como aquellos que aquellos que más directamente afectan a la persona que adquiere la formación, se clasifican en las siguientes categorías:

- Beneficios educativos: son aquellos cambios que se generan en las capacidades, conocimientos, valores, actitudes, intereses, hábitos, etc. del alumnado como consecuencia de su paso por la universidad.
- Beneficios marginales: hacen referencia a aquellos adquiridos por el alumnado por el hecho de recibir una titulación que le puede

54 Lester (2005) concluye que si bien las universidades tienen múltiples vías para contribuir al proceso de innovación de la sociedad en la que se asienta, la mayoría de los casos el apoyo indirecto a estos procesos es más importante que la contribución directa de las universidades en la resolución de los problemas industriales de una empresa determinada.

55 Si bien consideramos que resultados sería una opción más adecuada, mantenemos la expresión “beneficios” utilizada por el profesor Mora aunque no debe entender con un significado económico.

otorgar ventajas sociales y económicas que, en principio, no tienen que ver con su formación específica⁵⁶.

- Beneficios existenciales: los que produce en la experiencia vital del individuo en su paso por la universidad, con independencia de los cambios en las capacidades intelectuales o en las ventajas sociales adquiridas.

En cuanto a los beneficios sociales, Mora los clasifica en función a su:

- Contribución al progreso social: se refiere a las aportaciones producidas por la igualdad social en el acceso, la educación para adultos, impacto de la investigación, entre otras.
- Contribución al crecimiento económico: se refiere a los efectos producidos por el impacto de las universidades sobre el entorno local y regional, el efecto de la explotación de la investigación científica y tecnológica, la contribución a la formación de mano de obra cualificada.
- Contribución al desarrollo cultural: se refiere a todos los aspectos del pensamiento humano, de la actividad política, de la transmisión de ideas e incluso de las manifestaciones artísticas.

En la literatura anglosajona, el estudio de los resultados públicos y privados ha sido un tema habitual en la investigación sobre la educación superior. El Intitute for Higher Education Policy cita como ejemplos de este interés el informe *Who Pays? Who Benefits?* (Carnegie Commission on Higher Education, 1973), y los trabajos de Howard Bowen (1980), Kramer (1993), Kerr (1994), y Labaree (1997) remarcando la falta de una categorización sistemática de los costes y beneficios de la educación superior que permitiese su análisis (IHEP, 1998).

Sin embargo, como señalan Chambers (2005), Perna (2005) y Paulsen (1998), la obra de H.R. Bowen "Investment in Learning: The invidual and social value of American Higher Education", publicado en 1977, marca un punto de partida al abordar la categorización de los resultados de la educación superior. En el citado estudio, Bowen identifica resultados personales o individuales y resultados colectivos o sociales de la formación, siendo parte de los primeros el aprendizaje cognitivo, el desarrollo moral y emocional, la

⁵⁶ Un ejemplo de este tipo de beneficios marginales se puede observar, por ejemplo, en los países donde el tener un título de licenciado se remarca en el trato formal, por ejemplo, al ser presentado a un desconocido.

formación para la vida familiar, los hábitos de consumo, de ocio y de salud, el desarrollo personal, mientras que la sociedad se vería influenciada indirectamente por el incremento en la formación de sus ciudadanos, los resultados de la investigación científica, del cultivo de la literatura y las artes y del progreso en la igualdad de oportunidades (Bowen, 1977).

Posteriormente trabajos (Wolfe y Zukevas, 1995; Behrman y Stacey, 1997; IHEP, 1998; Duderstadt y Womack, 2003) permitieron crear un marco conceptual donde se pueden identificar cuatro grandes dimensiones, con sus correspondientes áreas de impacto, que facilitan el análisis de los resultados públicos y sociales de la educación superior, y que en la versión del IHEP se puede consultar en la *Tabla 3*.

	Público	Privado
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • incrementar los ingresos impositivos • mayor productividad • incremento del consumo • incremento de la flexibilidad de la fuerza de trabajo • disminución de la dependencia de subsidios públicos 	<ul style="list-style-type: none"> • mayores salarios y beneficios • mejora de la capacidad para encontrar trabajo • mayores niveles de ahorro • mejora de las condiciones de trabajo • movilidad personal y profesional
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • disminución de la tasa de crímenes • incremento de las actividades sociales • mejora de la calidad de la vida social • cohesión social/apreciación de la diversidad • mejora de las capacidades de adaptación y uso de TIC 	<ul style="list-style-type: none"> • mejora de las expectativas de salud y de vida • mejora de las condiciones de vida de los hijos • mejores decisiones de consumo • mejora del status personal • más hobbies y actividades de placer

Tabla 3. Dimensiones de los resultados de la educación superior

Con independencia de la dimensión en la que nos posicionemos se pueden identificar tres grandes retos a la hora de medir los resultados de la educación superior (Perna, 2005). El primero, a partir del trabajo ya citado de Bowen (1977), se asocia a la dificultad de identificar correctamente los resultados de la educación superior, ya que son diversos, complejos, volátiles indirectos e interrelacionados. Además, la educación superior sólo es uno de los potenciales motivos de cualquier potencial beneficio. Por último, la educación superior genera y acumula sus resultados a lo largo del tiempo, no en un sólo momento, lo que dificulta sobremanera su valoración.

Esta complejidad explica en parte que gran parte de los estudios (se pueden citar, por ejemplo, los trabajos de Psacharopoulos, 1973, 1981 y 1994;

Leslie y Brinkman, 1988; Cohn y Addison, 1998; Card, 1999; Kane, 1999; Perna, 2003; Psacharopoulos y Patrinos 2004) para analizar los resultados de la educación superior esté relacionados con la medición de una componente cuantitativo fácilmente identificable: la renta ya que, como señalan Mora et al. (2007), la relación entre la educación y los ingresos es una herramienta fundamental en la investigación sobre ingresos, salarios y renta⁵⁷.

Tasas de rendimiento y teoría del capital humano

Siguiendo a Psacharopoulos (1973), se pueden identificar los tres principales métodos para calcular la tasa de retorno de la educación superior:

(1) El método “*short-cut*”, recomendado sólo para aquellos estudios en los que no están disponibles datos de sección cruzada o longitudinales de los ingresos pero sí sus valores medios por nivel de estudios,

(2) el modelo tipo Mincer, el método más empleado (Cohn y Addison, 1998), donde la ecuación utilizada es alguna alternativa de la ecuación tipo:

$$\ln W = a + bS + cEXP + dEXP^2 + Xf + e,$$

en la cual $\ln W$ es el logaritmo natural de los salarios, S los años de formación completados, EXP es la experiencia laboral, X representa un vector de otros determinantes de W , f es un vector de coeficientes de regresión y e es el término de error.

y (3) el método completo, o de tasa interna de retorno, si bien este método tiene el problema de identificar los beneficios que corresponden estrictamente a la educación en cada uno de los años, ya que en muchas ocasiones no existe suficiente información para poder aplicarlo correctamente (Cohn y Addison, 1998). Su cálculo se obtiene a través de aproximaciones sucesivas para R en la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(b_t - c_t)}{(1 + R)^t}$$

⁵⁷ Como señalan Leslie y Brinkman (1998), los beneficios de la educación superior se pueden intentar establecer, además del uso de las tasas de retorno, por medio de los porcentajes de crecimiento de la renta nacional derivados de la misma o el impacto económico de los campus en las comunidades en las que se asientan.

Donde b_t y c_t son los beneficios y los coste de la educación esperados en el año x , asumiendo que la decisión de invertir se hace en el año 0 y los costes y beneficios continúan hasta el año T .

A partir de cualquiera de estos métodos es posible estimar⁵⁸ las tasas sociales o individuales (privadas) de retorno. Para el último caso, lo más indicado sería utilizar los ingresos después de impuestos, los beneficios no monetarios y los costes privados.

Para establecer la tasa social se tienen en cuenta los ingresos antes de impuestos, las externalidades positivas y los costes sociales, que incluyen tanto los costes privados como aquellos sociales en sentido estricto ya que los individuos son parte de la sociedad. Sin embargo, en la práctica los cálculos de la tasa privada se suelen realizar a partir de los ingresos antes de impuestos, sin incluir los beneficios no monetarios y asumiendo que los costes privados son iguales a los ingresos que la persona tiene mientras está estudiando (Cohn y Addison, 1998; Leslie y Brinkman, 1998).

La teoría del capital humano es el enfoque más habitual a la hora de abordar el efecto económico⁵⁹ de la educación en general y de la educación superior en particular (Leslie y Brinkman, 1998; Perna, 2003; Psacharopoulos y Patrinos, 2004). Siguiendo los postulados de la misma, los ingresos y otros resultados del mercado de trabajo están determinados por la productividad del individuo, las inversiones que este ha realizado para mejorarla y la oferta y demanda de fuerza de trabajo con niveles de experiencia y tipo de formación similar (Schultz, 1961; Becker, 1962). Por ello, en los análisis basados en las tasas de retorno se parte de la consideración de los ingresos como un buen proxy de la productividad (Psacharopoulos, 1981).

Siguiendo un modelo racional, en el que las actuaciones individuales están guiadas por el deseo de maximizar la utilidad, dadas las preferencias personales la formulación clásica en la teoría del capital humano asume que los individuos están dispuestos a invertir en educación si consideran

58 Como señalan Cohen y Addison (1998) es obvio que el empleo del sistema “*short-cut*” o el basado en Mincer sólo pueden facilitar estimaciones de la tasa de retorno, ya que no consideran ningún tipo de coste de la educación en su formulación.

59 Para un análisis pormenorizado de la evolución de la economía de la educación y su relación con la teoría del capital humano se puede consultar, entre otros, el trabajo del profesor Nuno Teixeira (2002).

que los beneficios que obtendrán a lo largo del tiempo serán mayores que los costes en los que se incurre (Becker, 1962 y 1993; Ellwood y Kane, 2000).

Las diferencias en la productividad de los individuos se pueden atribuir a los diferentes niveles de inversión que los individuos realizan en sí mismos, correspondiendo a elementos como la cantidad y calidad de la educación realizada, su formación en el puesto de trabajo, la disposición a la movilidad y su salud mental y física (Schultz, 1961; Becker, 1962). Además, la relevancia de esta inversión en educación se incrementa cuando se incorporan los beneficios no monetarios al cálculo de los ingresos (Duncan, 1976), si bien su identificación es difícil, ya que la mayoría de ellos son subjetivos (Mora et al., 2007).

Se ha de tener en cuenta que en la teoría del capital se considera que la educación es más productiva cuanto más volátil sea el estado de la tecnología (Nelson y Phelps, 1966; Griliches, 1969; Schultz, 1975), lo que motiva que los años adicionales de formación deberían de incrementar la productividad y, por lo tanto, los ingresos, ya que mejoran los conocimientos, las habilidades y la forma en la que se analizan los problemas. (Becker, 1993).

Sin embargo, hay que tener un especial cuidado con identificar determinado resultado como efecto directo y único del nivel de educación obtenido. En la esfera personal y tomando como ejemplo la idea común de a mayor formación, mayor salario, situada en el cuadrante Privado-Económico de la *Tabla 3*, podemos observar que diversos estudios apuntan a la existencia de una relación cuando menos ambigua entre el incremento en los niveles de formación y la satisfacción con los ingresos obtenidos a cambio (Ross y Van Willigen, 1997; Hartog y Oosterbeck, 1998). La sobre-cualificación (Johnson y Johnson, 2000; Hartog, 2000) o la duración excesiva de los periodos formativos (Warr, 1992; Blanchflower y Oswald, 1992; Clark y Oswald, 1996; Clark 1996) pueden influir en la percepción de los beneficios obtenidos a cambio de la inversión en educación y, por lo tanto, frenarla.

Como apuntan Mora et al. (2007) esta situación se deriva del incumplimiento de las expectativas formadas bajo la hipótesis de comparación de ingresos, bajo la cual la satisfacción con el salario percibido depende no sólo de lo que se ingresa sino de la comparación con otros (Clark y Oswald, 1996), ya que todo parece indicar que los individuos con mayor formación tienden a poner un menor énfasis en los aspectos salariales del trabajo (Ward y Sloane, 2000).

En el ámbito de los resultados sociales, como señala Chambers (2003), los riesgos aún son más acusados. Así, se puede favorecer la división y el enfrentamiento entre diversas instituciones relacionadas entre sí. Por ejemplo, minusvalorar el papel de la educación primaria o secundaria puede provocar un efecto perverso sobre la educación superior al socavar las bases sobre la que se asienta su formación.

Del mismo modo, el particularizar un determinado efecto puede incrementar las expectativas de la sociedad de forma equivocada. El ejemplo del salario ya analizado o el tema de la capacidad de encontrar trabajo de los licenciados son claros ejemplos de esta situación, una preocupación común a la práctica totalidad de los países (Sanyal, 1987).

En las conclusiones de su estudio para el International Institute for Educational Planning, Sanyal (1987) apunta a cuatro grandes problemas (la dificultad de establecer a priori las necesidades formativas, la identificación del papel del sector rural en la economía, la dificultad de conciliar la necesidad de un trabajo con los intereses personales y la actitud ante el trabajo y el concepto de desarrollo) a la hora de cerrar esta brecha, todos ellos de difícil solución, de los cuales sólo haremos una breve referencia al primero de ellos, ya que enlaza directamente con los resultados esperados de la educación superior.

Así, se señala la dificultad de establecer a priori las necesidades de mano de obra se debe, fundamentalmente, a los siguientes factores:

1. la dificultad de tener en cuenta los cambios tecnológicos y sus efectos en los distintos sectores económicos,
2. la dificultad para el empleador a la hora de identificar el tipo exacto de educación necesario para un trabajo dado,
3. la movilidad de la mano de obra cualificada y,
4. los cambios en la situación económica que se pueden dar entre el momento en que se realiza la estimación de la mano de obra necesaria y la “producción” de dichos licenciados.

Con el último de ellos, Sanyal hace hincapié, acertadamente a nuestro entender, en el riesgo de sobrevalorar la opinión de los empleadores a la hora de planificar el escenario de formación, ya que sus respuestas están mediatizadas por sus juicios de valor sobre la evolución de la economía en

general y su sector y empresa en particular, los cuales tienen una gran importancia a corto plazo, pero que pierden validez en el medio y largo plazo.

En esta misma línea, los autores del informe “Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en el marco del proceso de convergencia europea en educación superior” señalan la existencia de diferencias en las demandas de los empleadores en función de su tamaño (Fundación Universidad-Empresa, 2004).

En una economía caracterizada por el peso de las PYMES, donde el 57% de las empresas con asalariados tiene menos de tres empleados⁶⁰, se hace necesario, como señalan Solé y Palacio (2004), un esfuerzo tanto para informar a las PYMES sobre las posibilidades que les ofrece el sistema educativo como formador de capital humano y como generador de conocimiento como para fomentar las actividades emprendedoras entre el alumnado, ya que la creación de empresas propias o el trabajo en la empresa familiar suponen un nicho de oportunidades para la inserción laboral que no debe ser despreciado (Fundación Universidad-Empresa, 2004).

Expectativas y percepción ante la educación superior

El informe “Los españoles y la Universidad. Primera encuesta nacional sobre la imagen pública del sistema universitario español”, elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación (ANECA, 2004), aborda la problemática de las expectativas y las percepciones de los ciudadanos ante la educación superior, siendo estos aspectos primordiales a la hora de valorar el cumplimiento del contrato social de la Universidad con la sociedad.

El estudio se inicia con la constatación de que las cuestiones relacionadas con la Universidad interesa a la mayoría de los españoles, si bien es cierto que una quinta parte de los encuestados manifiestan su desinterés sobre la misma. El seguimiento de las cuestiones universitarias, como era de esperar, aumenta entre aquellos que estudian o han estudiado en la Universidad, así como entre aquellos que tienen un contacto indirecto (a través de amigos, hijos...) con la misma.

60 Datos para 2007 elaborados a partir del Directorio Central de Empresas del INE (<http://www1.ine.es/jaxi/menu.do?type=db&divi=dir&his=0&L=0>).

Sin embargo, este interés no parece corresponderse con un flujo de información suficiente entre el sistema universitario y la sociedad, ya que casi la mitad de los entrevistados consideran que están poco o nada informados sobre lo que ocurre en la Universidad, siendo esta percepción mayor cuanto más indirecto es el contacto con ella. Es posible que la percepción existente sobre la escasez de noticias universitarias en los medios de comunicación profundiza la sensación de “apagón informativo” por parte de la Universidad.

Esta situación debería llamar a la reflexión a los responsables de comunicación de las universidades, máxime cuando para el 90,5% de los entrevistados la universidad tiene mucha o bastante importancia como institución social, por encima de la Policía, los medios de comunicación o la Justicia. Es interesante señalar que el prestigio y la importancia que se le da a la Universidad está directamente relacionada con la edad de los entrevistados y su nivel de estudios.

La necesidad de una educación de calidad es abordada en este estudio tanto desde la perspectiva social como desde la personal. En los dos ámbitos se considera que la buena calidad del sistema universitario es una característica necesaria para el 90% de los encuestados, con independencia de su nivel de estudios. Estos porcentajes hacen que los autores del estudio afirmen que una buena calidad de la enseñanza se percibe como un valor fundamental para la sociedad y como un patrimonio personal de primer orden, si bien en los dos ámbitos se consideran la calidad como una característica muy necesaria en los estudios obligatorios y los de secundaria en un porcentaje superior al de los estudios universitarios.

La penetración social de la Universidad en España es elevada, si se toma como referencia de la misma la existencia de un contacto directo o indirecto con la misma. Para el 30,4% este contacto es directo por haber realizado o estar cursando sus estudios universitario, mientras que para el 55,4% el contacto se realiza por medio de familiares o amigos.

En cuanto a la valoración de la experiencia universitaria entre aquellos que ha tenido algún tipo de relación con la universidad esta es, en general, positiva. Para aquellos que han pasado por las aulas universitarias o aún están en ellas, sólo un 6,1% de los que están aún cursándolos y el 4,6% de los que ya los han completado consideran la experiencia negativa, porcentajes que se mantienen en una escala similar para aquellos que han tenido una relación indirecta.

Un dato que deseamos remarcar, por su naturaleza de indicador de lo que consideramos una actitud social reticente a la movilidad, es el hecho que el 83,7% de los entrevistados prefieren estudiar en una Universidad de su comunidad autónoma, estando dispuestos a desplazarse el 7% a otras comunidades y sólo el 6,3% manifiesta su disposición a salir al extranjero para formarse. Este hecho quizá venga explicado porque el 52% de los encuestados consideran que la calidad de las universidades de su comunidad autónoma es similar a la del resto del Estado. En la comparación subjetiva con las universidades europeas o estadounidenses, mientras para las primeras el 30% creen que son de una calidad similar y el 20% que son mejores, las segundas son consideradas mejores por el 24% de los entrevistados y sólo el 14% creen que son similares.

Por último, el análisis de la percepción de la calidad se cierra con la valoración de su evolución en los últimos años. En este caso, sólo el 5,5% considera que ha empeorado, frente al 67% que opina que ha mejorado.

El estudio continua con el análisis de las expectativas formadas en torno a la labor universitaria y la valoración de las mismas, a través de un formulario en el que se preguntaba sobre el papel jugado por las universidades en los siguientes aspectos:

- a) Madurar la personalidad de los alumnos
- b) Desarrollar la cultura de la sociedad
- c) Mejorar la convivencia social
- d) Hacer que avancen los conocimientos y la investigación científica-técnica
- e) Conseguir que los alumnos encuentren un buen puesto de trabajo
- f) Hacer que exista una mayor igualdad de oportunidades
- g) Aplicar los avances científicos para mejorar la calidad de vida
- h) Lograr que las empresas sean más competitivas
- i) Facilitar que el conjunto de carreras que pueden elegir los alumnos y los contenidos de estas sean adecuados a las exigencias del mercado de trabajo

Como se puede observar, los aspectos con las etiquetas A, E e I se pueden considerar como resultados personales que se le solicitan a la Universidad, fundamentalmente asociados al desarrollo del individuo y directamente

vinculados con la actividad docente, mientras que los restantes son de índole social, y deberían ser abordados, además de por la función docente, por la faceta investigadora y el ya citado papel de motor del desarrollo económico de la sociedad.

Las expectativas, como cabía esperar, son altas en todas las facetas. En particular, la obtención de un buen puesto de trabajo es un resultado esperado por el 94,48% de los encuestados⁶¹. Cada uno de los aspectos que hemos identificado como personales tienen expectativas altas o muy altas de más del 90%, mientras que los resultados sociales alcanzan cuotas similares, excepto en el caso de la importancia de la universidad para la competitividad de las empresas (82,87%).

El nivel de expectativas de los entrevistados se incrementa con la edad, si bien cabe señalar que para aquellos en la franja de edad 35-54 los resultados sociales, como el avance de los conocimientos científicos o la mejora de las oportunidades, alcanzan unos porcentajes más altos que en cualquier otro grupo de edad.

Estos resultados sociales también despiertan una mayor expectativa entre aquellos que tienen un contacto directo con la Universidad. Entre estas personas, factores como la igualdad de oportunidades, el avance científico para la mejora de la calidad de vida y el avance de la investigación y el conocimiento son considerados como objetivos de mucha importancia, siendo la obtención de un buen puesto de trabajo la cuarta clasificada.

El cumplimiento de estas expectativas se ha medido por medio de la calificación que los entrevistados dan a las universidades de su comunidad autónoma a los mismos ítems de expectativas.

Como era de esperar, la calificación otorgada está lejos de las expectativas declaradas. En la escala de 1 a 5 utilizada para la medición tanto de las expectativas como de las valoraciones, las primeras tienen un valor medio de 3,54 frente al 4,53 de media que se fijaba en las expectativas. Como se puede observar, si bien la mayoría de los encuestados dan una buena calificación

61 En este punto cabe hacer una consideración sobre la formulación de la pregunta, ya que consideramos que su planteamiento tiene una carga subjetiva por lo que debe ser interpretada con mucho cuidado. Para profundizar en la cuestión de la medición de la satisfacción del puesto de trabajo ocupado (o las expectativas que se generan sobre los posibles trabajos) se pueden consultar, entre otros, los ya citados trabajos de Mora et al. (2007) y Clark y Oswald (1996).

al papel desempeñado por las universidades en su entorno, este papel está aún lejos de lo que se espera de ellas.

Los ítems relacionados con la investigación obtienen valoraciones medias superiores a la media, al igual que la faceta de desarrollo de la cultura y la maduración de la personalidad. Por contra, la adecuación de las carreras al mercado de trabajo o la valoración del aspecto más esperado (la obtención de un buen puesto de trabajo⁶²) se encuentran claramente por debajo de la media.

El colectivo más crítico está en el grupo de edad 18-34 que, en principio, es el que tiene un mayor contacto directo con la misma. En este grupo sólo un 36,3% concede mucha o bastante importancia de la universidad a la hora de conseguir un buen puesto de trabajo, dando las mayores valoraciones a aspectos sociales como el avance del conocimiento o el desarrollo de la cultura.

Por ello, los autores del trabajo afirman que si bien la valoración que se hace de la universidad es predominantemente positiva, donde más críticos se muestran los ciudadanos es en la función formativa de la universidad a la hora de preparar a sus estudiantes para insertarse en el mercado laboral.

El último aspecto del informe al que haremos referencia es el referido a la valoración del esfuerzo realizado por el estudiantado, que nos servirá como pie de entrada a la parte central del presente trabajo de investigación.

El rendimiento académico

La mayoría de los entrevistados para el estudio de la ANECA consideran que el esfuerzo que el estudiantado realiza en la universidad es elevado o muy elevado. Para cada una de las materias estudiadas, este esfuerzo se mide a través de un proceso de evaluación que permita establecer el grado de conocimiento que se ha obtenido sobre la misma.

Si bien la naturaleza de la evaluación parece sencilla y su fin se podría expresar como la ubicación en una escala de orden del nivel de conociemien-

62 Como señala Chambers (2003), el mensaje que vincula la titulación universitaria con la capacidad para encontrar trabajo y los ingresos alimenta las expectativas de la sociedad sobre la tenencia de dicha titulación como garantía de empleo y seguridad financiera para toda la vida. Lo más adecuado sería considerar la titulación universitaria como un elemento que favorece a aspectos de la vida como la salud, la capacidad para encontrar trabajo, etc.

tos adquiridos, su utilidad varía en función del tipo de usuario que analicemos. Como señalan Dietel et al. (1991), podemos identificar varios grupos de usuarios a la hora de explicar la necesidad de una evaluación del conocimiento, teniendo cada uno de ellos unos objetivos diferenciados, aunque no incompatibles, a la hora de interpretar los resultados.

Así, para la gestión política la evaluación del esfuerzo es una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones relacionadas con el establecimiento de estándares, la medición de la calidad de la educación, la asignación de recursos o la formulación de las políticas educativas, mientras que para la gestión de los centros, la evaluación puede ser utilizada como un indicador de las fortalezas y debilidades del programa educativo del centro.

Para el cuerpo docente, los datos obtenidos de la evaluación permiten dos usos diferenciados. El primero de ellos, orientado a la actividad discente, permite hacer un seguimiento del progreso del estudiante y el establecimiento de una medida explícita de su aprendizaje. En el segundo, orientado a la actividad docente, la evaluación es una herramienta que desempeña el papel de retroalimentación del proceso educativo, lo que permite realizar los ajustes necesarios para la mejora de los resultados obtenidos.

Para el estudiantado, al igual que en el caso anterior, la evaluación tiene un valor de retroalimentación en su proceso de toma de decisiones, señalando tanto puntos fuertes como puntos débiles de la actividad realizada⁶³. Pero fundamentalmente la evaluación representa el producto final del proceso de aprendizaje ya que representa la representación socialmente aceptada del esfuerzo realizado en una materia determinada.

Esta consideración social de indicador de esfuerzo académico es la que motiva la asimilación de la nota, de la evaluación, con el rendimiento académico del estudiante. Para el profesor Touron (1987) el rendimiento se puede definir como un resultado del aprendizaje, suscitado por la actividad

63 Como recoge García (1985), la evaluación se convierte en el objetivo del aprender (Marín, 1985), lo que lleva en muchas ocasiones a que el sistema de estudio de las materias esté orientado a la superación de las pruebas que componen su evaluación. Este hecho, sin embargo, no puede ser utilizado como una crítica a la existencia de los procesos de evaluación. La influencia de la evaluación en las características del aprendizaje es un campo de estudio de la pedagogía que escapa de los objetivos de este proyecto de investigación, habiendo sido tratado, entre otros, por Marton y Saljo (1976a y 1976b), Elton (1979), Gow y Kember (1994) y Cassidy (2004).

docente del profesor y producido por el estudiante y esta es la perspectiva bajo la que utilizamos este término.

Este enfoque es el más habitual al hora de analizar el rendimiento⁶⁴ del sistema educativo, en especial, como señalan García y San Segundo (2001), a partir de la publicación del informe Coleman en 1966, el cual marcó el inicio del desarrollo de una abundante literatura empírica sobre la relación existente entre los factores productivos y los resultados del proceso educativo.

Condicionantes del rendimiento académico

Sin embargo, identificar como una relación causa-efecto directa el rendimiento con la actividad docente del profesor sería un planteamiento ingenuo, ya que, como señalan Gimeno (1976) y García (1987), no todo el aprendizaje es producto de la acción docente. En consecuencia, se hace necesario identificar cuáles son los principales factores que pueden influir en el proceso de aprendizaje y, por extensión, en la intensidad en el uso de las tecnologías puestas a su disposición como uno de los recursos cognitivos que tiene a su disposición.

A partir de las aportaciones de Rodríguez (1982), González Tirados (1989, 1990 y 1993), Hill y O'Neill (1994) Pozo (1996), Goldhaber y Brewer (1997); Ermisch y Francesconi (2001), García y San Segundo (2001), Rodríguez Marín (2004), Gabinete de Estudios y Evaluación (2005) y Birch y Miller (2005) podemos agrupar estos condicionantes en tres grandes bloques (factores sociológicos, pedagógico-didácticos y psicológicos y personales) que claramente apunta a que el rendimiento académico es un fenómeno multifactorial (Edel, 2003)

El primer grupo está formado por aquellos factores relacionados con la organización académica (planes de estudio, titulaciones existentes, sistemas de evaluación...), los elementos estructurales y estáticos del contexto familiar (nivel de renta, nivel formativo de los padres...) y la riqueza socio-cultural del contexto.

64 El análisis sobre el rendimiento académico es un concepto, al igual que el de conocimiento, que se puede estudiar desde diversos puntos de vista, lo que dificulta la existencia de una definición concisa que se considere completa. Como señala Edel (2004), la complejidad del análisis del rendimiento académico se inicia en su propia conceptualización y resulta en una gran riqueza en cuanto a líneas de estudio, por lo que escapa de este trabajo ir más allá de señalar este aspecto.

Los factores pedagógico-didácticos recogen aquellos vinculados a la acción directa tanto del docente (estilo de enseñanza, dedicación a la docencia, capacidad comunicativa...) como del estudiante (hábitos de estudio, estilo de aprendizaje, métodos o técnicas de estudio...), incluyendo el sistema de calificación.

Por último, los condicionantes psicológicos y personales son aquellos inherentes a los partícipes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El género⁶⁵, las variables de personalidad (edad⁶⁶, atribución del éxito o del fracaso...), las actitudes (motivación, expectativas o la satisfacción) o la preparación previa son algunos de los elementos pertenecientes a esta categoría.

Tal y como cabía esperar, el rendimiento se ve influido⁶⁷ por múltiples variables, si bien no todas lo hacen en la misma intensidad. Para establecer cuál es el conjunto de variables más adecuado para el estudio del rendimiento académico, tomamos como punto de partida la síntesis realizada por Rodríguez Marín (2004).

Así, el estudio de las variables de personalidad parece no ser concluyente. Rodríguez Marín recoge tanto la existencia de trabajos que han encontrado cierta capacidad predictiva de las mismas (Watkins, 1979; Wolfe y Johnson, 1995), como de otros que le niegan esta condición (Borges et al., 1980; Hong, 1984). Para Pozo (1996), la atribución interna a condicionantes externos del rendimiento académico tiene cierta influencia en el rendimiento, ya que en su estudio aquellos que consideran el fracaso académico como algo debido a la falta de capacidad (causa interna, estable e incontrolable) obtienen un resultado académico superior a aquellos que lo achacan a factores externos. Sin embargo, y en la línea de lo apuntado anteriormente, las diferencias estadísticas no son muy elevadas.

65 Véase, por ejemplo, Ramsay y Baines (1994).

66 En el caso español la influencia de la edad no es muy significativa, ya que el paso por la universidad se realiza mayoritariamente de forma inmediata tras la superación de los estudios secundarios. En los países anglosajones es más habitual el acceso a la Universidad a una edad más avanzada y los estudios parecen demostrar una correlación positiva entre la edad y el rendimiento académico (Borg et al., 1989; Dida y Hasnat, 1998 y Hartnett et al., 2004).

67 En este contexto, entendemos por influencia la capacidad predictiva que una variable tiene sobre el rendimiento académico.

Otro factor psicológico apuntado es la elección de carrera como un indicador de la motivación⁶⁸. En este punto, los trabajos académicos señalan que la imposibilidad de acceder a los estudios elegidos como primera opción (aquellos para los que, en principio, se está más motivado) puede tener una influencia directa tanto en el nivel de abandono de los estudios como en el fracaso académico (González Tirados, 1989; Latiesa, 1992; McClelland y Kruger, 1993 y Pozo, 1996). En la misma línea, el Gabinete de Estudios y Evaluación de la Universidad de Valladolid identifica como una de las causas de bajo rendimiento académico el matricularse en estudios o universidades distintas a la preferida inicialmente (Gabinete de estudios y evaluación, 2005). Sin embargo, un estudio realizado para la Universidad de La Laguna parece contradecir estas afirmaciones, ya que pone en duda la existencia de una correlación directa entre los indicadores de éxito académico y la matrícula vocacional⁶⁹ (Muñoz, 2005).

En general, parece que existe un consenso en la bibliografía consultada sobre la influencia de las expectativas y la satisfacción. Los trabajos de González Tirado (1989), Latiesa (1992) y Pozo (1996) apuntan en esta línea. En concreto, tanto Pozo como Latiesa señalan que las expectativas instrumentales, aquellas vinculadas con la obtención de logros materiales o sociales, parecen influir negativamente en el rendimiento académico, tanto para aquellos que las anteponen a expectativas culturales como para aquellos que tienen una visión negativa de las mismas.

Los estudios empíricos también apuntan hacia la existencia de una correlación directa con el rendimiento académico de los hábitos de estudio y los hábitos de conducta académicos, lo que la hacen especialmente valiosas a la hora de analizarlo. El primer grupo hace referencia a la aspectos como las horas dedicadas al estudio, a planificación de objetivos, la frecuencia o la intensidad del estudio mientras que los segundos recogen aspectos como

68 La importancia de la motivación en cualquier proceso de aprendizaje está fuera de toda duda. Un análisis su papel como variable formativa se puede seguir en Duart (2000).

69 En este punto creemos conveniente explicitar nuestra posición sobre el hecho de matricularse en una carrera con número *clausus*, ya que no tiene por que implicar una motivación especial hacia los estudios en cuestión. De hecho es muy probable que los estudios de Humanidades sean lo que más estudiantes vocacionales acojan. Nuestra propia experiencia docente nos hace creer que en el caso de la Titulación de Administración y Dirección de Empresas, con número *clausus*, las expectativas laborales son uno de los principales motivos de matrícula, sin que exista una clara vocación “empresarial” por parte de el alumnado.

la asistencia a clase (Marburger, 2006 y Stanca, 2006), la actitud en la misma, la utilización de diversas fuentes de información o la asistencia a tutorías (Pozo, 1996). En ambos casos, las correlaciones encontradas han sido positivas y estadísticamente significativas (Díaz, 1973; Prieto et al., 1981; García Llamas, 1986; González Tirados, 1991 y Pozo, 1996).

La trayectoria académica previa, representada por la nota de acceso para el alumnado de primer año o la media de expediente en el curso anterior para el alumnado de cursos superiores concitan el consenso a la hora de establecer la variable más influyente en el rendimiento académico. Así, el alumnado que han obtenido buenas notas en los estudios secundarios o incluso en la educación primaria suelen tener buenos resultados en su etapa universitaria (García y San Segundo, 2001, Birch y Miller, 2005), por lo que se convierten en datos muy relevantes a la hora de predecir el éxito académico.

La capacidad predictiva de la trayectoria previa está documentada para múltiples países y no parece verse afectada por el sistema de educación (tanto superior como secundario) del país analizado. Sin ánimo de realizar un análisis exhaustivo de la numerosa bibliografía empírica existente⁷⁰, podemos señalar un conjunto de estudios que nos permiten establecer la idoneidad del uso de esta variable.

Empezando por nuestras antípodas, Birch y Miller (2005) encuentran para el caso australiano una fuerte relación entre las notas de entrada a la Universidad y los resultados en el primer año de carrera, lo que concuerda con los resultados obtenidos con anterioridad (West, 1985 y Evans y Farley, 1998), recogidos por Birch y Miller.

Para los Estados Unidos, García y San Segundo (2001), señalan los trabajos de Aitken (1982) y el de Astin, Korn y Green (1987). En el primero de ellos, y al igual que en el caso de Birch y Miller, se analiza la influencia de las cualificaciones previas en el caso del alumnado de primer año, encontrándose también una fuerte relación estadística entre las calificaciones preuniversitarias y los resultados posteriores. En el trabajo de Astin, Korn y Green, más general, se relaciona la nota de acceso con la probabilidad de completar los

70 García y San Segundo (2001) señalan, por ejemplo, la existencia de más de 400 trabajos sobre este tema para la educación secundaria y primaria, recomendado los trabajos de revisión de Hanushek (1996) y Hedghe et al. (1994).

estudios en el tiempo establecido, encontrando una vez más una fuerte correlación entre nota y éxito (en este caso, la graduación).

Los estudios realizados en Canada (Robb and Roob, 1999), Reino Unido (Jonhes, 1997 y Jonhes y McNabb, 2005) o Portugal (Rego y Sousa, 1995) producen, así mismo, unos resultados empíricos que confirman la importancia de este factor en el rendimiento del estudiante.

Para el caso español los resultados de los múltiples estudios confirman el cumplimiento de esta característica en nuestro territorio, por lo que la nota de acceso y la nota media del curso anterior se revelan en la literatura como una de las variables más potentes a la hora de predecir el rendimiento académico obtenido en la universidad (Latiesa, 1972; Pachecho, 1974; Herrero e Infestas, 1980; Prieto et al., 1981; Escudero, 1981 y 1984; Tourón, 1984, 1987; Salvador y García Valcárcel, 1989; Lassibille y Navarro, 1990; Grao, 1991; Pozo, 1996; García, 2000; García y San Segundo, 2001; Solano, 2002; Rodríguez Marín; 2004).

Si la trayectoria académica previa parece relevarse como un elemento con amplia capacidad predictiva en el rendimiento académico, con independencia del sistema de educación analizado o del país en el que se ha realizado el estudio, consideramos que esta variable ha de tenerse en cuenta como un elemento básico al analizar el comportamiento del alumnado para quienes, como señala Bigss (1998), suponemos un proceso racional de toma de decisiones en el cual se plantea el qué y el cómo a la hora de afrontar sus procesos de aprendizaje, estando el primer interrogante vinculado con los motivos y metas que se fija y la segunda con las estrategias y recursos que puede utilizar para alcanzarlos.

Entre estos últimos, nuestro interés, como ya se ha expuesto, se centra en los factores que influyen a la hora de usar las plataforma virtuales de aprendizaje, el elemento más visible del *e-learning*, por parte del alumnado.

Por ello, a continuación centraremos los conceptos de *e-learning*, en el cual están confluyendo muchos de los esfuerzos de generalización del uso de las TIC dentro del proceso de aprendizaje por parte de las Universidades presenciales, y de Campus Virtual, materialización institucional de dichos esfuerzos.

CAPÍTULO 4

Del *e-learning* al Campus Virtual

La definición del *e-learning* es una cuestión compleja y, en ocasiones, se adoptan posiciones restrictivas a la hora de considerar qué prácticas deben ser recogidas bajo dicha denominación. Un ejemplo de esta postura es la de aquellos autores que consideran el *e-learning* como un subconjunto de la educación a distancia (véase Ruipérez, 2003).

Sin embargo, para el objeto de esta investigación consideramos que el término *e-learning* abarca el uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, sin implicar una enseñanza a distancia en el sentido clásico del término. Esta posición es similar a la adoptada por múltiples autores e instituciones. Sin ánimo de ser exhaustivos, tomaremos tres definiciones de *e-learning* para sustentar nuestra elección de un enfoque amplio para la delimitación del concepto de *e-learning*.

Para el Higher Education Funding Council of England el *e-learning* es un término que abarca a cualquier aprendizaje que utiliza las TIC. Esta definición permite, intencionadamente, incluir el aprendizaje flexible, la educación a distancia, el uso de herramientas de comunicación o de difusión y las tareas de apoyo y mejora de la gestión del aprendizaje dentro de este concepto (HEFCE, 2005).

Esta misma filosofía se encuentra detrás de la idea de *e-learning* utilizada por la Comisión Europea (CE, 2001), para la cual el *e-learning* es el uso de las nuevas tecnologías multimedia e Internet para mejorar la calidad del

aprendizaje, facilitando el acceso a servicios y la colaboración y los intercambios remotos, mientras que la OCDE (2005) define el *e-learning* como el uso de las TIC para mejorar y/o dar soporte al aprendizaje en la educación superior.

Una vez centrada la idea que, para nosotros, subyace bajo el concepto *e-learning*, haremos una breve referencia al por qué de su incorporación al quehacer diario de la actividad docente de las universidades. Bates (2001) resalta la capacidad que tienen las TIC tanto para subsanar deficiencias de los métodos tradicionales como para aportarle ventajas que eran imposibles de obtener anteriormente como uno de los factores claves en la generalización de su uso y apunta a la búsqueda de la mejora de la calidad del aprendizaje, el ofertar al alumnado, mediante el uso, una serie de destrezas cotidianas de la tecnología de la información que necesitarán en el trabajo y en la vida, el ampliar el acceso a la educación y a la formación, reducir los costes de la enseñanza, responder al “imperativo tecnológico”, mejorar la relación entre costes y eficacia de la enseñanza como motores del proceso de incorporación.

En la misma línea, Epper (2001) destaca el papel y la influencia de las fuerzas sociales y económicas que impulsan el uso de la tecnología en todos los ámbitos de la sociedad, la necesidad de una mayor flexibilidad en el proceso de docente y discente, a las nuevas fuerzas competitivas en la educación superior y el potencial que tiene la tecnología para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje a la hora de impulsar la adopción del *e-learning* en las Universidades.

El Campus Virtual en la universidad presencial

Desde el punto de vista institucional, el proceso continuo de incorporación del *e-learning* a la actividad docente en las universidades se ha materializado en la creación de los Campus Virtuales.

Al igual que en el caso del *e-learning*, el concepto de Campus Virtual es difuso. Sus definiciones pueden situarse en cualquier punto del continuo existente entre una concepción amplia como “la presencia en Internet de una universidad a través de un sitio web institucional”, hasta una concep-

ción más restringida como “la aplicación de un sistema de formación en línea alternativo al presencial”.

Para definir nuestra posición, partiremos de tres definiciones aportadas por sendos especialistas. Para Fernández (2003) un Campus Virtual es “un espacio de comunicación personal, o a través de grupos, entre el alumnado y la institución (profesorado, administración, etc.), a la cual se accede a través de Internet, evidentemente sin la necesidad de que las partes implicadas coincidan en espacio y tiempo”.

Por su parte, Area (2001) establece que un Campus Virtual “es un espacio creado en el WWW por parte de una universidad, con la finalidad de desarrollar actividades formativas, bien sean de apoyo a la enseñanza convencional, bien sean de oferta de cursos virtuales”.

Por último, Van Dusen (1997) considera que con este término se hace referencia a “un espacio formativo propuesto por una institución universitaria que trabaja mediante redes digitales”.

Tomando como referencia estas definiciones, y a efectos de este trabajo de investigación, consideramos que un Campus Virtual es un espacio docente que utiliza un entorno virtual de aprendizaje basado en la web, que cuenta con una estructura organizativa propia dentro del organigrama de la Universidad. Con ello buscamos diferenciar claramente el Campus Virtual del sitio web de una universidad presencial, de un portal educativo o de una plataforma tecnológica determinada.

Tipología de Campus Virtuales

El siguiente paso que se debe de dar para caracterizar el Campus Virtual de la USC es el ubicarlo en uno de los distintos tipos de campus virtuales existentes, para lo que seguiremos la clasificación de universidades en función de su oferta docente a través de la web establecida por Roman (2003), según la cual nos podemos encontrar ante una

1. Universidad presencial con servicios complementarios virtuales.
2. Universidad autónoma con respecto a la universidad presencial de la que surge. (Por ejemplo, la University of Maryland Universty College)

3. Universidad virtual adscrita a una universidad presencial. (Por ejemplo, la University of Phoenix Online)
4. Universidad a distancia con servicios complementarios virtuales. (Por ejemplo, UNED de España)
5. Universidad virtual de nueva creación. (Por ejemplo, la Universitat Oberta de Catalunya)

A la vista de estas clasificaciones, la Universidad de Santiago de Compostela, para los estudios objeto de análisis en esta investigación, está situada en la categoría de Universidad presencial con servicios complementarios virtuales, ya que su Campus Virtual acoge aquellas materias cuyos docentes desean utilizar los servicios facilitados por el Centro de TecnoloXías para a Aprendizaxe, estructura organizativa de la USC encargada de su gestión.

Este carácter voluntario de participación en el Campus Virtual de la USC⁷¹ hace que sea necesario establecer una tipología de la modalidad de *e-learning* que utilizan los profesores, para lo que tomaremos como referencia el documento *E-learning un Tertiary Education. Where do we stand?* (OCDE, 2005).

De este modo podemos distinguir cinco tipos de presencia online de las materias en un campus virtual:

1. Inexistente o trivial. El material disponible, de haberlo, no va más allá de información organizativa de la materia.
2. Apoyada en el web. En este caso, la docencia se mantiene en las aulas, utilizando el web como un espacio en el que se facilitan al alumnado las material de lectura, esquemas de clase, vínculos a recursos externos, correo electrónico...
3. Dependiente de la web. El alumnado debe utilizar Internet como un elemento activo en el desarrollo del programa de la asignatura, pero sin que esto implique una disminución significativa del tiempo de presencia en clase

71 En el Campus virtual de la USC no están recogidos todos las materias que usan el *e-learning* en su quehacer diario, ya que existe un conjunto de docentes que prefieren no utilizar los servicios ofrecidos desde el Centro de TecnoloXías para a Aprendizaxe. Desde el punto de vista de la institución, estas materias no realizan actividades de *e-learning* y, por lo tanto, no son reconocidas como tales.

4. Modelo mixto. La participación a través de Internet reemplaza parte de la carga presencial, pero sin suprimir la presencia física en una parte importante del proceso docente.
5. Totalmente *on-line*. En este caso el *e-learning* reduce sustancialmente la necesidad de presencia en el aula, llegando esta a desaparecer.

Dada la naturaleza presencial de la Universidad de Santiago de Compostela y la normativa docente en vigor, la materias existentes en su campus virtual se ubicarán en alguna de las tres primeras categorías, siendo esporádico y limitado a materias de libre configuración no regladas la existencia de materias que tengan un modelo mixto o totalmente on line de presencia en el Campus Virtual.

Una vez que, por un lado, hemos fijado el significado con el cual utilizamos el término Campus Virtual en esta investigación y, por otro, se ha caracterizado teóricamente para la USC su uso tanto a nivel institucional como en el de materia, el siguiente paso es hacer un breve referencia su evolución desde 1999 hasta el curso académico de referencia.

Evolución del Campus Virtual de la USC

El origen del Campus Virtual de la USC está directamente vinculado con la puesta en marcha en 1999, bajo el mandato del Rector Darío Villanueva Prieto, del proyecto de investigación interno *Centro de Competencia de Innovación Educativa e Tecnoloxías da Información e Comunicación* (CCIETIC) con el objetivo principal de promover el uso de las tecnologías en el proceso educativo, haciendo un especial hincapié en la puesta en marcha de un entorno virtual de aprendizaje (Vila y Canay, 2005).

La selección de la plataforma tecnológica (García y Pardo, 2000) se realizó entre los principales productos existentes en el mercado a principios del año 2000, evaluándose aspectos tales como el tipo de proveedor que ofrecía el producto, las herramientas disponibles en cada una, el soporte técnico facilitado, el plan de mejora del producto y el coste.

En julio de ese año, se realizan pruebas piloto entre las dos candidatas finales, decantándose la decisión hacia la plataforma comercial WebCT. Esta decisión se tomó fundamentalmente por el soporte técnico ofrecido, el precio conseguido y el uso de la misma plataforma en más de 1.500 universidades de todo el mundo en aquel momento.

Tras el proceso de adaptación de la plataforma a las necesidades específicas de la USC (traducción al gallego del interface de usuario y la documentación, personalización de menús, etc.) el día tres de abril de 2001 se hace la

presentación publica del Campus Virtual de la USC iniciando su recorrido con 5 materias de primer y segundo ciclo (Vila y Canay, 2005).

En los cursos siguientes el número de aulas virtuales que se incorporan el uso de la plataforma institucional se incrementa considerablemente (Tabla 4), lo que lleva al Rector Senén Barro Ameneiro a proponer la creación de un servicio universitario con el fin de apoyar y coordinar las actividades que se estaban realizando en el campo de la integración de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aprobándose en diciembre de 2003 la creación del Centro de TecnoloXías para a Aprendizaxe (CeTA), siendo una de sus funciones el impulsar y gestionar el Campus Virtual de la USC en sustitución del CCIETIC (USC, 2003).

Curso	Número de aulas
2001-2002	104
2002-2003	174

Tabla 4. Evolución de aulas virtuales en la USC antes de la creación del CeTA (CeTA, 2004)

El análisis de la evolución numérica⁷² del Campus Virtual desde su creación hasta el curso académico para el cual hemos realizado nuestro análisis se llevará a cabo a través de dos vías distintas. La primera de ellas, relacionada con el número de estudiantes usuarios del campus virtual, será un análisis agregado, ya que los datos existentes en el momento de realización de este trabajo imposibilita diferenciar la procedencia por titulaciones del alumnado. La segunda se centra en la materias. Al estar estas claramente identificadas en las fuentes consultadas, es posible hacer un estudio más detallado de las mismas, ya que es posible diferenciar el campus, el área de conocimiento y la titulación a la que pertenecen.

⁷² Es importante señalar que alguno de los datos presentados pueden diferir ligeramente de los presentados en alguno de los informes de la USC, ya que el objeto de la presente investigación se centra en las titulaciones oficiales, mientras que los datos presentados por el CeTA no diferencia títulos propios de la USC de títulos oficiales. Así mismo, la existencia de cursos interrelacionados (aquellos en los que se comparte un mismo acceso desde varias titulaciones a contenidos comunes) y de aulas comunes (aquellas que pertenecen al primer curso troncal de varias titulaciones) se ha descontado de los datos agregados por materias, ya que nuestro enfoque se dirige al estudiante, no a la titulación. Agradecemos a Sandra M. Pereira Pena, del Centro de TecnoloXías para a Aprendizaxe, las aclaraciones que, sobre este particular, nos ha realizado en diversos correos electrónicos.

Como se puede observar en las *Tablas 5 y 6*, el Campus Virtual parece ser una herramienta que, en principio, despierta el interés del alumnado de la USC. En su primer año de funcionamiento, el Campus Virtual conseguía atraer al 17% de la matrícula de la Universidad, siendo el índice de participación en el Campus de Lugo ligeramente superior. Esta característica se mantiene a lo largo de los tres años, siendo especialmente destacable el hecho de que en el año de referencia de nuestro estudio, la mitad de la matrícula en Lugo se había registrado como usuaria en el Campus Virtual.

	2003-2004	2004-2005	2005-2006	% variación periodo
Santiago	3.803	5.524	8.471	122,7%
Lugo	1.879	3.005	3.485	85,5%
TOTAL	5.682	8.529	11.956	110,4%

Tabla 5. Número de alumnos registrados como usuarios del Campus Virtual

	2003-2004	2004-2005	2005-2006
Santiago	15,1%	22,9%	37,0%
Lugo	22,9%	39,3%	50,8%
TOTAL	17%	26,9%	40,2%

Tabla 6. Porcentaje de usuarios sobre la matrícula.

Elaboración propia a partir de CeTA (2004 y 2005) y USC (2005 y 2007)

También es necesario prestar atención la evolución global en el periodo. Ambos Campus han duplicado el porcentaje de matriculados que emplean el Campus Virtual, siendo el ritmo de Santiago ligeramente superior que el de Lugo.

Para contextualizar estos datos es necesario observar la evolución por Campus, ya que el volumen de matrícula es claramente superior en Santiago. En el *Gráfico 1* podemos observar que el peso relativo de cada Campus en el conjunto de materias presentes se mantiene prácticamente igual a lo largo del periodo estudiado. Si se tiene en cuenta que el Campus lucense oferta el 36% de los títulos oficiales⁷³ de primer y segundo de la USC, parece que la

⁷³ Al no tener acceso a los datos históricos de materias, no es posible establecer el porcentaje de materias por campus.

implicación de los docentes asignados a este campus con el uso del Campus Virtual es uno de los factores que explican este mayor ritmo de crecimiento en el número de usuarios.

Sin embargo, también se ha de tener en cuenta la distribución por áreas para poder avanzar en la caracterización numérica del Campus Virtual. Los *Gráficos 2 a 4* nos permiten observar que el gran peso de las enseñanzas técnicas en el reparto de materias del campus virtual, siendo en los dos últimos cursos el área mayoritaria. Ya que este gran área se concentra mayoritariamente en Lugo (10 titulaciones sobre la oferta total de 12), es posible afirmar que el mayor porcentaje de usuarios activos sobre matriculados en el Campus de Lugo viene de la mano de la mayor presencia de las materias pertenecientes al área de enseñanzas técnicas.

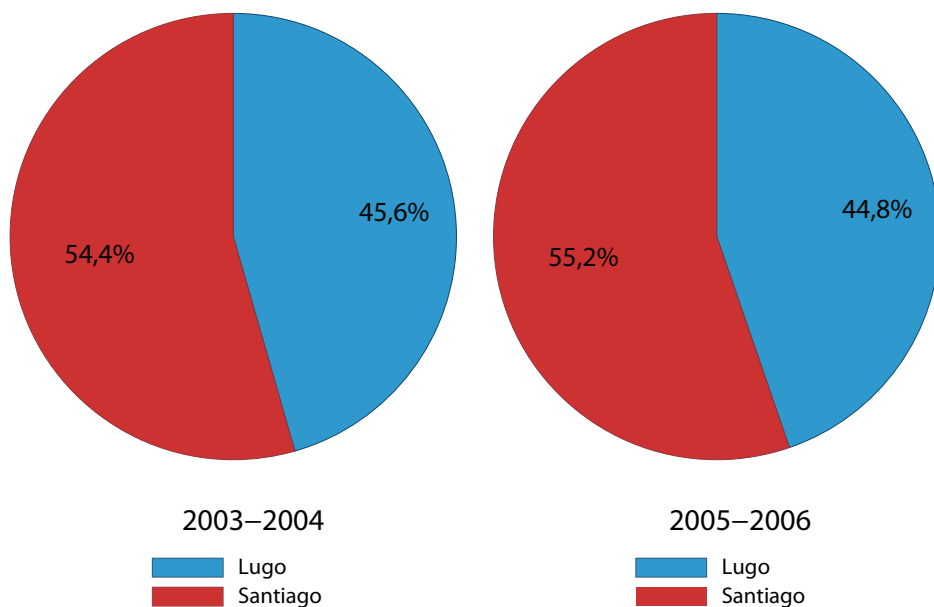


Gráfico 1. Distribución global por Campus (2003-2004 y 2005-2006)

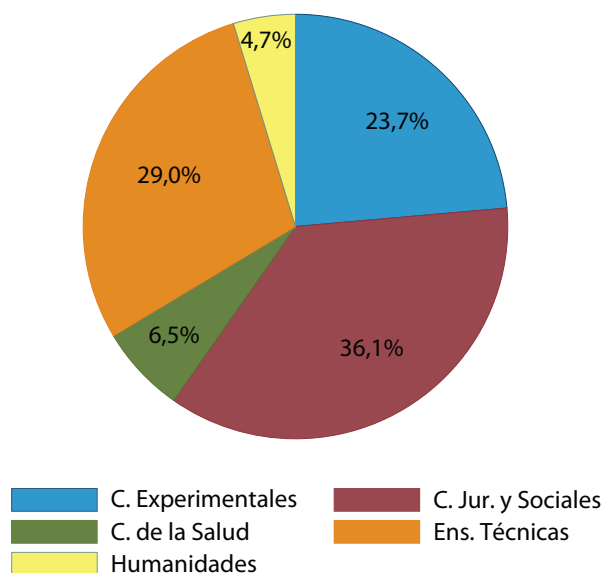


Gráfico 2. Distribución global por áreas (2003-2004)

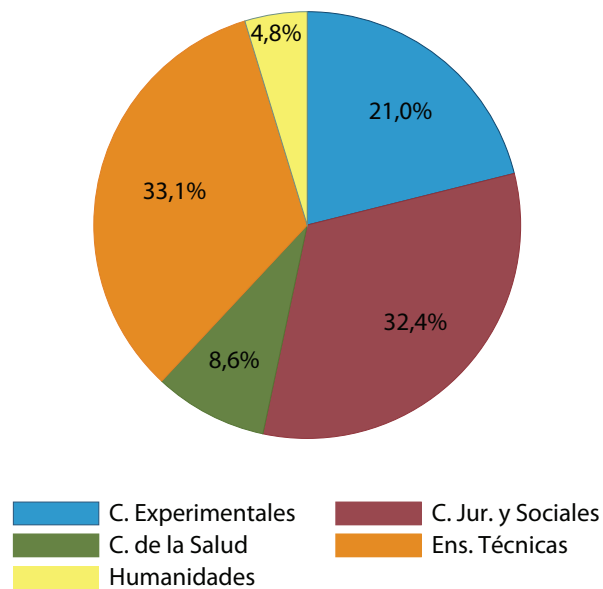


Gráfico 3. Distribución global por áreas (2004-2005)

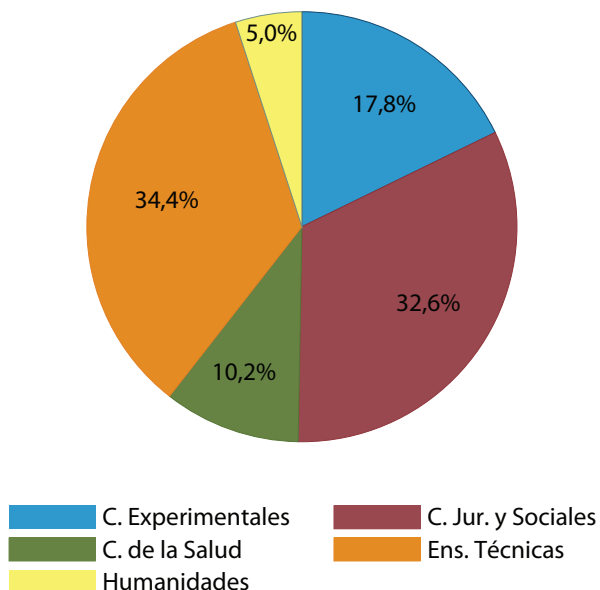


Gráfico 4. Distribución global por áreas (2005-2006)

Para el análisis por titulaciones, se ha de tener en cuenta que hasta la creación del CeTA, la USC contabilizaba como materias presentes en su Campus Virtual todas aquellas en las que por lo menos uno de los docentes implicados solicitaba un espacio virtual, con independencia de que se estuviera empleando de manera continua en la actividad docente o se estuviera empleando para familiarizarse con el entorno informático empleado (CeTA, 2004).

Con la aparición del nuevo servicio se produjo un cambio en la metodología de contabilización, considerándose cursos activos aquellos en los que los docentes confirman que se utiliza el campus virtual en el desarrollo de la actividad docente habitual (CeTA, 2004).

La evolución total en el número de materias se puede observar en la *Tabla 7*.

Campus	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Incremento
Lugo	77	131	216	180,5%
Santiago	92	159	266	189,1%
Total	169	290	482	185,2%

Tabla 7. Evolución del número de materias en el Campus Virtual

El primer resultado destacable es el ritmo de crecimiento de materias presentes, llegando casi a triplicarse en el periodo analizado. Por Campus, se observa que si bien el mayor incremento se da en el Campus de Santiago, se justifica el aumento en el peso relativo entre campus, ya que la dispersión en la creación de materias entre titulaciones no afecta tan positivamente al porcentaje de matrícula presente en el Campus Virtual en dicho Campus.

A lo largo de los tres cursos académicos analizados se incorporaron 17 nuevas titulaciones al Campus Virtual de la USC, de las cuales sólo una pertenecía al Campus de Lugo (*Tabla 8*), mientras que desaparecen 2, una por Campus.

Por áreas es Humanidades la que aporta casi el 50% de las nuevas incorporaciones, con 8 nuevas titulaciones, si bien pertenece a esta área una de las dos titulaciones desaparecidas. Ciencias Sociales aporta 6 nuevas titulaciones, una de las cuales desaparece al año siguiente, mientras que Ciencias de la Salud con 2 y Ciencias Experimentales con 1 completan la aportación por áreas.

Área	Campus	Titulación	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006
C. Jur. y Sociales	Santiago	Mestre, Lingua Estranxeira	□	■	
C. Jur. y Sociales	Santiago	Mestre, Educación Infantil	□	■	
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Hispánica	□	■	
C. de la Salud	Santiago	L. en Odontoloxía	□	■	
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en C. Políticas e da Admon.	□	■	□
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Galega	□	■	
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Italiana	□	■	
Humanidades	Santiago	L. en Historia	□	■	
C. de la Salud	Santiago	Dipl. en Enfermaria	□	□	■
C. Experimentales	Santiago	Dipl. en Óptica y Optometría	□	□	■
C. Jur. y Sociales	Santiago	Dipl. en Educación Social	□	□	■
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Pedagogía	□	□	■
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Inglesa	□	□	■
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Clásica	□	□	■
Humanidades	Santiago	L. en Filoloxía Francesa	□	□	■
Humanidades	Santiago	L. en Filosofía	□	□	□
Humanidades	Lugo	L. en Humanidades	■	□	□
C. Jur. y Sociales	Lugo	Dipl. en Relacións Laborais	□	■	

Tabla 8. Incorporaciones y bajas en el Campus Virtual por titulaciones
■ incorporación; □ baja / inexistencia

Tras estas altas y bajas, en el Campus Virtual estaban al inicio del curso 2005-2006 presentes 57 de las 63 titulaciones oficiales de primer y segundo ciclo. Por áreas, tanto las Ciencias Experimentales como Enseñanzas Técnicas alcanzaban un 100% de presencia, mientras que Ciencias Sociales, con la desaparición de la titulación de Ciencias Políticas y de la Administración, obtenía un 95,7%, seguido del 83,3% de Ciencias de la Salud y, por último, gracias al fuerte incremento ya comentado, Humanidades alcanza la cifra del 73,3%, si bien hay que destacar que en número de materias presentes casi se ha cuadruplicado en este lapso de tiempo.

Para observar pautas en el ritmo de crecimiento de aulas virtuales es interesante reflejar en una única tabla la evolución de todas las materias. Así, la Tabla 9 presenta en las columnas centrales el número de aulas virtuales por titulación en cada uno de los años académicos analizados, mientras que la columna de la derecha representa la variación, en términos absolutos, del

número de aulas entre el último curso y el primero, motivo por el cual sólo aparece un valor negativo, ya que la licenciatura en Ciencias Políticas y de la Administración sólo estuvo representada un curso académico.

Titulación	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	Variación
Dipl. en Enfermería	0	0	1	1
L. en Filología Inglesa	0	0	1	1
L. en Filología Clásica	0	0	1	1
L. en Filología Francesa	0	0	1	1
Dipl. en Educación Social	0	0	2	2
L. en Pedagogía	0	0	2	2
Dipl. en Óptica y Optometría	0	0	3	3
L. en Filosofía	0	0	6	6
L. en C. Políticas e da Admon	0	1	0	0
Dipl. en Relacións Laborais	0	1	1	1
L. en Filología Galega	0	1	1	1
L. en Filología Italiana	0	1	1	1
L. en Historia	0	1	1	1
L. en Odontoloxía	0	1	3	3
Mestre, Lingua Estranxeira	0	2	2	2
L. en Filología Hispánica	0	2	2	2
Mestre, Educación Infantil	0	2	4	4
L. en Humanidades	1	0	0	-1
L. en Xornalismo	1	1	1	0
L. en Comunicación Audiovisual	1	1	2	1
L. en Psicopedagogía	1	2	3	2
Dipl. en Relacións Laborais	1	2	4	3
L. en Medicina e Ciruxía	1	2	5	4
L. en C. e Tecnoloxía dos Alimentos	1	3	6	5
Mestre, Educación Musical	1	4	4	3
Mestre, Educación Infantil	1	4	10	9
E. T. en Topografía	1	5	9	8
E. T. en Obras Públicas	1	6	8	7
Mestre, Educación Primaria	2	2	6	4
Mestre, Educación Física	2	3	7	5
Mestre, Educación Primaria	2	5	10	8

Titulación	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	Variación
Mestre, Lingua Estranxeira	3	2	9	6
L. en Xeografía	3	3	4	1
L. en Química	3	4	4	1
E.T.A., Mecanización e C. Rurais	3	5	9	6
L. en Economía	3	7	12	9
Enxeñería de Montes	3	9	16	13
L. en Historia da Arte	4	6	6	2
E.T.A., Hortofruticultura e Xardinaria	4	6	9	5
L. en Dereito	4	7	9	5
E.T.A., Explotacións Agropecuarias	4	8	12	8
E. T. en Informática de Sistemas	4	8	25	21
E.T.A., Ind. Agrarias e Alimentarias	5	6	11	6
L. en Veterinaria	5	10	18	13
Enxeñería Agrónoma	5	10	19	14
L. en Farmacia	5	12	22	17
L. en Bioloxía	5	14	22	17
Enxeñería Química	6	10	17	11
E. T. en Química Industrial	6	11	13	7
L. en A.D.E.	7	9	9	2
L. en Química	7	9	10	3
E. T. Forestal	7	12	18	11
L. en Psicoloxía	8	7	12	4
L. en Matemáticas	9	15	20	11
L. en A.D.E.	11	20	30	19
Dipl. en C. Empresariais	13	12	18	5
L. en Física	15	16	21	6
Total	169	290	482	185%

Tabla 9. Número de aulas virtuales por titulación

Al utilizar como parámetros de ordenación el orden ascendente, primero para el curso 2003-2004 y después para el 2004-2005, se observa una serie de pautas que nos permiten explicar, en parte, la distribución por titulación-

nes, áreas y campus de los datos utilizados en el análisis central de nuestra investigación⁷⁴.

El primer patrón a señalar es el lento ritmo de agregación de materias que se dan en las 17 titulaciones de nueva incorporación ya que, con excepción del caso de Filosofía, ninguna sobrepasa las 4 materias al final del periodo.

Si se estudian las 14 titulaciones con 1 o 2 asignaturas presentes en el curso 2003-2004, se observa que la variabilidad en la cifra final es mayor, si bien es posible encontrar un vínculo entre los resultados introduciendo un criterio de agregación.

Por ello, en las *Tablas 10, 11 y 12* incorporamos bien el factor Campus, bien el factor Área, para facilitar el análisis, ya que nos permiten visualizar determinados comportamientos de contagio.

Así, los mayores incrementos se dan en titulaciones con un fuerte vínculo de Campus y Área. Las titulaciones con un incremento total superior a 4 materias están ubicadas en el Campus de Lugo y se concentran en dos grandes áreas. La intuición de la existencia de un efecto contagio se ve refrendada por el hecho de que, agrupadas por áreas, las titulaciones comparten ubicación física⁷⁵.

Área	Campus	Titulación	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Variación
Humanidades	Lugo	L. en Humanidades	1	0	0	-1
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Xornalismo	1	1	1	0
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Comunicación Audiovisual	1	1	2	1
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Psicopedagogía	1	2	3	2

74 El objeto del presente trabajo de investigación está lejos del análisis exhaustivo de los factores que influyen en la presencia de una materia en el Campus Virtual. Dejamos esta línea de investigación abierta para futuros proyectos en los que poder abordar el efecto de los pares, la presión de el alumnado y los programas e incentivos de formación en la respuesta de los docentes a la hora de incorporar materias al Campus Virtual.

75 Todas las Enseñanzas Técnicas del Campus de Lugo están ubicadas en la Escuela Politécnica Superior, mientras que la Escola Universitaria de Formación do Profesorado de EXB aloja las titulaciones de Mestre.

Área	Campus	Titulación	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Variación
C. Jur. y Sociales	Santiago	Dipl. en Relações Laborais	1	2	4	3
C. Jur. y Sociales	Santiago	Mestre, Educación Musical	1	4	4	3
C. de la Salud	Santiago	L. en Medicina e Ciruxía	1	2	5	4
C. Jur. y Sociales	Santiago	Mestre, Educación Primaria	2	2	6	4
C. Experimentales	Lugo	L. en C. e Tecnoloxía dos Alimentos	1	3	6	5
C. Jur. y Sociales	Lugo	Mestre, Educación Física	2	3	7	5
Ens. Técnicas	Lugo	E. T. en Obras Públicas	1	6	8	7
C. Jur. y Sociales	Lugo	Mestre, Educación Primaria	2	5	10	8
Ens. Técnicas	Lugo	E. T. en Topografía	1	5	9	8
C. Jur. y Sociales	Lugo	Mestre, Educación Infantil	1	4	10	9

Tabla 10. Evolución titulaciones con 1 o 2 materias en el curso 2003-2004

El siguiente bloque a estudiar sería el formado por las 18 titulaciones que iniciaron su participación en el Campus Virtual dentro del rango 3-6 materias. Se observa el comportamiento similar en las titulaciones ubicadas en el Escuela Politécnica Superior de Lugo. Los mayores incrementos se dan en las ingenierías de segundo ciclo, a la que acceden muchos estudiantes desde las ingenierías técnicas, por lo que no parece descabellado el suponer que a los factores ya señalados haya que sumar la presión de unos estudiantes ya acostumbrados a la utilización del Campus Virtual en su formación previa.

En el Campus de Santiago, los mayores incrementos también se dan en el ámbito de las Enseñanzas Técnicas y, una vez más, en titulaciones que comparten ubicación física. En este caso, además, la propia naturaleza de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas favorece la utilización de las herramientas informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

También cabe destacar el parejo desarrollo en la rama de Humanidades, ya que las titulaciones de Geografía y la de Historia de Arte tienen un comportamiento similar. Una vez más, nos encontramos ante un caso en el que se comparte la ubicación física de las instalaciones.

Dentro de las Ciencias Jurídicas y Sociales, el efecto contagio parece darse entre la titulación de Economía y la de Administración y Dirección de Empresas, ya que la primera parece recoger la influencia de compartir el espacio de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales con una de las titulaciones que siempre ha estado entre las más presentes en el Campus Virtual.

Área	Campus	Titulación	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Variación
C. Experimentales	Lugo	L. en Química	3	4	4	1
Humanidades	Santiago	L. en Xeografía	3	3	4	1
Humanidades	Santiago	L. en Historia da Arte	4	6	6	2
Ens. Técnicas	Lugo	E.T.A., Hortofructicultura e Xardinaría	4	6	9	5
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Dereito	4	7	9	5
C. Jur. y Sociales	Lugo	Mestre, Lingua Estranxeira	3	2	9	6
Ens. Técnicas	Lugo	E.T.A., Mecanización e C. Rurais	3	5	9	6
Ens. Técnicas	Lugo	E.T.A., Ind. Agrarias e Alimentarias	5	6	11	6
Ens. Técnicas	Lugo	E. T. en Química Industrial	6	11	13	7
Ens. Técnicas	Lugo	E.T.A., Explotacións Agropecuarias	4	8	12	8
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en Economía	3	7	12	9
Ens. Técnicas	Santiago	Enxeñería Química	6	10	17	11
Ens. Técnicas	Lugo	Enxeñería de Montes	3	9	16	13
C. de la Salud	Lugo	L. en Veterinaria	5	10	18	13
Ens. Técnicas	Lugo	Enxeñería Agrónoma	5	10	19	14
C. de la Salud	Santiago	L. en Farmacia	5	12	22	17
C. Experimentales	Santiago	L. en Bioloxía	5	14	22	17
Ens. Técnicas	Santiago	E. T. en Informática de Sistemas	4	8	25	21

Tabla 11. Evolución titulaciones con de 3 a 6 materias en el curso 2003-2004

Para cerrar este análisis descriptivo, abordaremos el comportamiento de las titulaciones que tenían un mayor número de materias en el Campus Virtual en el año 2005-2006.

Para ello, partiremos de las 11 titulaciones con 10 o más materias presentes en el segundo curso de existencia del Campus Virtual, obteniendo la siguiente tabla:

Área	Campus	Titulación	2003-2004	2004-2005	2005-2006
C. Jur. y Sociales	Santiago	L. en A.D.E.	11	20	30
C. Experimentales	Santiago	L. en Física	15	16	21
C. Experimentales	Santiago	L. en Matemáticas	9	15	20
C. Experimentales	Santiago	L. en Biología	5	14	22
C. de la Salud	Santiago	L. en Farmacia	5	12	22
Ens. Técnicas	Lugo	E. T. Forestal	7	12	18
C. Jur. y Sociales	Lugo	Dipl. en C. Empresariales	13	12	18
Ens. Técnicas	Santiago	Enxeñería Química	6	10	17
C. de la Salud	Lugo	L. en Veterinaria	5	10	18
Ens. Técnicas	Lugo	Enxeñería Agrónoma	5	10	19
Ens. Técnicas	Lugo	E. T. en Química Industrial	6	11	13

Tabla 12. Titulaciones con 10 o más materias en el curso 2004-2005

Como se puede observar, y con la excepción de la E.T. en Informática de Sistemas, que ocuparía el segundo puesto en este listado y cuyas características particulares ya se han comentado, el ranking prácticamente no ha sufrido alteración en el año siguiente. Esta tabla parece indicar, con las limitaciones que se dan en una serie temporal tan corta, que el valor crítico para la generalización del uso del campus virtual en las titulaciones es de 10 materias⁷⁶.

Como resumen de lo visto hasta aquí, podemos considerar que el Campus Virtual de la Universidad de Santiago está presente en la práctica totalidad de sus estudios de primer y segundo grado, si bien la distribución del

⁷⁶ En la línea de lo señalado anteriormente, una vía futura de aproximación a esta cuestión es la utilización de modelos de regresión ordenados que incorporen las variables relevantes detectadas. Para una explicación de la metodología a aplicar en este tipo de modelos, véase, entre otros, Long (1997).

número de aulas no es homogénea entre las titulaciones. Las 17 titulaciones incorporadas en los dos últimos años lo hacen inicialmente con 1 o 2 materias, como si fuesen proyectos pilotos, y sólo una alcanza las 6 materias. El comportamiento de las titulaciones que habían iniciado el periodo analizado con pocas aulas virtuales parece estar influenciado por determinados efectos de contagio, siendo especialmente significativo el aparentemente originado por el hecho de compartir espacios físicos. Una vez alcanzada la cifra de 10 materias, la presencia en el Campus Virtual pasa a ser más sostenida, con un ritmo de crecimiento más moderado.

CAPÍTULO 5

Análisis empírico de los determinantes de uso del Campus Virtual en la USC

El objetivo de nuestro proyecto de investigación es identificar algunos de los factores que afectan al acceso del alumnado a las materias presentes en el Campus Virtual. Con ello pretendemos aportar evidencias empíricas que mejoren el conocimiento que se tiene sobre una de las innovaciones tecnológicas más importantes en el ámbito de la enseñanza superior, lo que será de ayuda en el complejo debate en torno a cómo influye la utilización de herramientas de formación en línea en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Somos conscientes de la existencia de varias limitaciones en nuestro análisis. La primera de ellas reside en el hecho de no conocer el tipo de uso concreto que se da por parte de los docentes encargados en cada una de las materias. Esta limitación la intentaremos paliar incorporando como variables relevantes una serie de indicadores acerca de las mismas, que se recogen en la *Tabla 13*.

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo	Descripción
existia	6707	0,56	0	1	Materia en el Campus Virtual el curso 2004-2005
matr	6707	122,49	1	266	Total de matriculados en la materia

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo	Descripción
creditos	6707	7,76	3,5	19	Número de créditos de la materia
anual	6707	0,33	0	1	Materia Anual

Tabla 13. Descripción de la muestra. Variables relacionadas con la materia

En la parte discente, sabemos que el comportamiento del estudiante para con una asignatura es un parámetro difícil de establecer sin haber realizado una encuesta específica. Como ya se ha visto, el esfuerzo se mide a través de un proceso de evaluación que permite establecer el grado de conocimiento que se ha obtenido sobre la misma. Sin embargo, y para esta fase de investigación, consideramos que no es conveniente utilizar la calificación final alcanzada en la materia, ya que ésta se obtiene en un momento posterior al que se está analizando, optando por emplear elementos estructurales y estáticos del contexto familiar, psicológicos y académicos, a los que denominaremos en adelante factores personales. Se ha considerado la nota en los estudios secundarios la variable básica, tal y como se había establecido en función de la bibliografía consultada. La Tabla 14 recoge las variables consideradas para el alumnado.

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo	Descripción	Valor si dicotómica
id_alumno	6707	n/a	n/a	n/a	Número de identificación	
Sexo	6707	0,42	0	1	Sexo	0 = H, 1 = M
TitPrevia	6164	0,10	0	1	Titulación superior previa	0= No, 1 = Sí
OtroAccs	6164	0,05	0	1	Acceso diferente a Bachillerato	0= No, 1 = Sí
TRsdnc	6164	0,31	0	1	Residencia curso.	0= Otro, 1= Residencia/ Domicilio Particula
PadresEst	6707	0,17	0	1	Algún padre con estudios universitarios	0= No, 1 = Sí

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo	Descripción	Valor si dicotómica
CdtosMatr	6707	64,60	9	83	Número créditos cursados	
MatMatr	6707	9,20	1	15	Número de materias matriculadas	
NotaAcc	6707	6,58	5	10	Nota de acceso a la Universidad	
Nclausus	6707	0,56	0	1	Estudios con límite de plaza	0 = No, 1 = Sí
Repite	6707	0,30	0	1	Materia cursada previamente	0= No, 1= Sí
MatCV	6707	0,40	0,07	1	Grado de "virtualidad". Materias en el Campus virtual/ Número de materias matriculadas	

Tabla 14. Variables relacionadas con los sujetos

Introducción a los modelos de recuento

El análisis que constituye el apartado empírico del presente trabajo, tiene como objetivo analizar los factores que influyen en el alumnado de la USC a la hora de acceder al Campus virtual. Como señala Bartholomew (1995) al realizar un análisis de datos se busca identificar estructuras comunes que se ocultan tras diferencias superficiales, por lo que se hace necesario utilizar un método estadístico que se acerque a la naturaleza de la variable dependiente objeto de estudio.

En el campo de las ciencias sociales, el modelo más extendido parte de considerar que la variable dependiente es continua y puede ser medida en todos los casos de la muestra (Long, 1997). Sin embargo, en muchas ocasiones, la naturaleza del hecho investigado hace que sea más apropiado uti-

lizar un modelo de recuento ("*count data*" en inglés), ya que la variable de interés es discreta y toma valores enteros no negativos (Cameron y Trivedi, 2001).

La idea intuitiva del concepto de recuento es sencilla. Partiendo de la definición de la Real Academia de la Lengua, tenemos que, en su tercera acepción, un recuento es la "comprobación del número de personas, cosas, etc., que forman un conjunto", por lo que una variable de recuento sería, aquella que recoge el número de veces que algo ("*event*" en inglés) ha pasado (Long y Freese, 2006; Cameron y Trivedi, 1998), estando limitado el proceso de comprobación a que haya sucedido dentro de un intervalo de referencia, que tanto puede ser espacial como temporal (Lindesey, 1995, Maddala 1983). Dicho en términos estadísticos, podríamos definir el recuento como el resultado de una variable aleatoria que tiene como características su naturaleza discreta y la imposibilidad de poseer valores negativos.

Sin embargo, el olvido de la primera de las características es el principal motivo de error a la hora de elegir el modelo para el estudio de variables de recuento, ya que en múltiples ocasiones se utilizan modelos de regresión lineal (Lindsey, 1988; Winkelmann 2000, Long y Freese 2006), aunque esta práctica en contadas ocasiones facilitan resultados razonables⁷⁷ (Long y Freese 2006) entre otros motivos, debido a la naturaleza discreta de la variable dependiente tiene y, por lo tanto, se incumple con la asunción de la existencia de una variable dependiente continua, con un rango de variación entre $-\infty$ y $+\infty$, generada por una variable aleatoria que sigue una distribución normal en la que se basa el modelo de regresión lineal (Greene 1990).

Como recogen Ato et al. (2005) este tipo de ajustes es inapropiado debido, fundamentalmente, a las predicciones absurdas que puede generar, a la ausencia de homocedasticidad y a la inexistencia de linealidad entre la variable dependiente y las covariables. Además, la aplicación del modelo de regresión lineal (MRL en adelante) a una variable de recuento provoca que el análisis se base en ajustar los datos a este modelo, empleando para ello algún tipo de transformación, como pueden ser la de tipo raíz cuadrada o la logarítmica, provocando con ello una serie de problemas que desaconsejan su utilización (Judd y McClelland, 1989, Palmer et al., 2005, Tomas et al., 2005).

77 Cameron y Trivedi (1998) señalan que la utilización de los modelos de regresión tradicionales podría ser satisfactoria sólo si la media de la variable de recuento es alta, ya que en ese caso la aproximación a través de la distribución normal es factible.

Sirva como ejemplo de la situación expuesta los resultados del estudio de los profesores Palmer, Llorens y Perelló (2005) sobre el consumo de cannabis en el que se comparaban los resultados obtenidos empleando MRLs con los generados por modelos de recuento. Al aplicar el MRL a los datos originales recabados, el resultado obtenido fue incoherente, siendo el rasgo más llamativo la predicción de 32 valores negativos para una variable que no los admite (“número de días de consumo de cannabis”).

Para solventar la problemática de los resultados absurdos, se realizó una transformación logarítmica en la variable de respuesta, que proporciona una distribución cerca a la normal. Si bien esta transformación ajustaba mejor el MRL utilizado, se generaron problemas tanto de interpretación como de transformación en el valor 0 para la variable dependiente que desaconsejaban la utilización de este tipo de aproximación para estudiar una variable de recuento⁷⁸.

Por ello, y en la línea señalada por diversos autores (Gardner et al., 1995, Sturman, 1999, Ato et al., 2005, Losilla et al., 2005), el trabajo señalado concluye que la estrategia correcta es la de utilizar un modelo adecuado al tipo de variable que se estudia, sin realizar transformaciones cuyo único objetivo es el forzar el ajuste de los datos a los modelos.

Como señala Long (1997), una vez establecida la naturaleza, en este caso discreta, de la variable dependiente es importante que la escala de medida sea acompañada por un modelo adecuado a la misma, ya que, de otra forma, el estimador obtenido puede ser sesgado, ineficiente o, simplemente inapropiado. Por ello, y teniendo presente que en determinadas ocasiones establecer la escala de medida de un modelo discreto puede llegar a ser una decisión subjetiva, dependiente del contexto en el que la variable va a ser utilizada (Carter, 1971), es necesario exponer brevemente los principales modelos de regresión para recuentos, con una referencia previa al modelo lineal generalizado.

78 El análisis completo de la comparación entre los distintos modelos de regresión utilizados se puede consultar en Palmer, A.; Llorens, N. y Perelló, M. (2005) Modelado del número de días de consumo de cannabis, *Psicothema* 2005. Vol. 17, nº 4, pp. 569-574.

Modelos de regresión

Los ejemplos del uso de variables de recuento⁷⁹ en la literatura académica reciente son múltiples y abarcan una amplia variedad de temas del campo de las ciencias sociales. Sólo entre los citados por Long (1997) y Cameron y Trivedi (1998) podemos encontrar las referencias a trabajos que estudian los factores que influyen en el número de veces que una persona visita al médico, en el consumo de bebidas, los efectos de la pena de muerte en el número de asesinatos, el efecto de las alianzas en el número de países que están en guerra, el número de patentes registradas, la demanda turística de determinados servicios, la quiebras bancarias, la siniestralidad laboral o el número de publicaciones científicas las personas cursando el doctorado.

El uso del análisis estadístico del recuento tiene una amplia historia siendo el la obra *“La ley de los pequeños números”* de Bortkiewicz (1898) la primera que establece que los eventos con baja frecuencia que ocurren en una población extensa siguen una distribución de Poisson⁸⁰, incluso cuando las probabilidades de los eventos varían (Quine y Seneta, 1987).

Como señalan McCullagh y Nelder (1989), desde el siglo XVIII la estadística se preocupó del estudio de eventos discretos como los que surgen en los juegos de azar, pero el estudio desarrollado por Bortkiewicz en la obra citada sobre el número de muertes anuales por coces de caballos en los establos del ejército prusiano contenido en dicho libro se puede considerar el primero en establecer un modelo de recuento con variables aleatorias univariantes independientes e idénticamente distribuidas (iid en adelante) para distribuciones paramétricas discretas (Cameron y Trivedi, 1998 y McCullagh y Nelder, 1989).

Siguiendo la cronología marcada por Cameron y Trivedi (1998), los desarrollos posteriores en el estudio de este tipo de variables llevaron a la incorporación de la distribución binomial negativa a partir de los estudios de Yule (1920) y Eggenberger y Poyla (1923), lo que unido a los trabajos en el

79 Como destacan Ato et al. (2005) se hace necesario diferenciar las variables de recuento de las variables de frecuencia, puesto que en estas se da un proceso de recuento de recuentos, al hacer referencia al número de veces que se da un determinado valor en las unidades de observación analizadas.

80 A modo de curiosidad, cabe señalar que algunos autores defienden que la distribución de Poisson debería llamarse de Distribución de Bortkiewicz. Véase, por ejemplo, Good (1986).

área de la bioestadística realizados a lo largo de las décadas de los treinta y los cuarenta del siglo pasado facilitó la aparición del modelo de regresión binomial negativo.

Una vez establecidas las que Winkelmann (1997) denomina las dos distribuciones de probabilidad genuinas para el recuento, las últimas décadas del siglo XX marcaron el despegue de los modelos de regresión de las variables de recuento, a partir del surgimiento del modelo lineal generalizado (MLG en adelante).

El modelo lineal generalizado

El MLG, introducido por Nelder y Wedderburn (1972) y desarrollado una década después por McCullagh y Nelder (1983), constituye, como señalan Ato et al. (2005), una generalización natural de los modelos lineales clásicos, una vez que la asunción de las condiciones iid es demasiado rígida para muchas, cuando no para la mayoría, de las situaciones reales (Cameron y Trivedi, 1998).

En un MLG se considera que cada valor de la variable dependiente se ajusta a una función de distribución concreta dentro de la familia de las funciones exponenciales, por lo que la regresión lineal o la regresión de poisson son casos particulares de este modelo.

Siguiendo la exposición de McCullagh y Nelder (1983)⁸¹, los componentes básicos del mismo son los siguientes:

1. Una función de distribución exponencial \mathbf{f} , con la forma

$$f_Y(y; \theta, \phi) = \exp \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi)$$

que recibe el nombre de componente aleatorio y permite estudiar la variable de respuesta y a partir de las ocurrencias de una variable aleatoria con una probabilidad conocida (Ato et al., 2005). Cuando ϕ es conocida, la función exponencial tiene el parámetro canónico θ (McCullagh y Nelder (1983)

81 El estudio pormenorizado del MLG escapa del ámbito de este trabajo. Para profundizar en el mismo, se pueden consultar la obra de McCullagh y Nelder (1989). En nuestro idioma, destacamos Ato et al. (2005), en especial los análisis recogidos en el Apéndice C “Familia exponencial de distribuciones” y el Apéndice D “Evaluación del modelo”

2. Un predictor lineal η , o componente sistemático, que recoge la variabilidad de Y explicada por las variables independientes⁸².
3. Una función de enlace, que relaciona el componente sistemático con el valor esperado de un dato y

Aplicando este modelo, si el componente aleatorio viene definido por la distribución normal, nos encontramos ante un modelo de regresión lineal clásico, en el cual se busca explicar la variable aleatoria continua Y , que cumple la condición iid con una media μ .

Bajo estas premisas, el componente sistemático vendría establecido por

$$\eta = \mathbf{X}\beta$$

donde \mathbf{X} es el modelo matriz y β el vector de parámetros.

El componente aleatorio vendría especificado por la distribución Normal, cuya forma es

$$N(\mu, \delta^2)$$

y la función de enlace, por lo tanto, sería la función canónica de identidad.

$$\mu = \eta$$

Cuando no se cumple cualquiera de los requisitos del modelo de regresión lineal, que se pueden resumir en la existencia de una variable dependiente continua, con un rango de variación entre $-\infty$ y $+\infty$, generada por una variable aleatoria que sigue una distribución $N(\mu, \delta^2)$ (Greene, 1990), el aplicar los componentes sistemáticos y aleatorios del mismo provoca que los resultados obtenidos presenten problemas a la hora de interpretarlos.

Long (1997) toma como ejemplo el caso más sencillo de variables discretas, las binarias, para señalar los problemas de aplicar un modelo pensado para procesos continuos a una situación en la que la variable dependiente es dicotómica.

En el caso analizado, los principales problemas encontrados por Long son:

82 Como señalan Ato et al., el componente sistemático del MLG puede incluir, además de las variables explicativas originales, las transformaciones y las interacciones de las mismas o variables de control (Ato et al., 2005).

- Problemas de heterocedasticidad. Si una variable binaria tiene de media μ , su varianza es $\mu(1-\mu)$. lo que implica que la varianza de los errores depende de X y, por lo tanto, no es constante, lo que lleva a que los estimadores mínimos cuadrados ordinarios de β sean ineficientes y el error estándar esté sesgado.
- Predicciones absurdas. Tal y como ocurría en el citado trabajo de Palmer et al. (2005), Long advierte la existencia de valores negativos que son imposibles en una variable dicotómica.
- Ausencia de normalidad en los errores, dado que la variable dependiente sólo puede tomar valores de 0 o 1.
- La forma funcional. Para el autor, este es el problema más importante, ya en el tipo de situaciones analizadas con variables dicotómicas, es poco realista considerar que el efecto en la variable dependiente de un cambio unitario en una variable es el mismo, con independencia del valor actual de dicha variable.

Es por ello por lo que recomienda utilizar para las variables discretas en general, y las de recuento en particular, alguno de los modelos de regresión específicos, una vez que las herramientas de software estadístico más comunes disponibles han incorporado módulos flexibles, estables y fáciles de usar, dejando de ser este un problema para su aplicación. En el próximo apartado se hará un repaso de algunos de los modelos más frecuentes⁸³.

Los modelos de regresión de recuento

La distribución de Poisson

El primer paso para aplicar un modelo de regresión a una variable de recuento es comprender el funcionamiento de la distribución de Poisson, ya que es el punto de referencia para este tipo de regresiones (Scott y Freese, 2006, Winkelman, 2000 y Cameron y Trivedi 1998).

La distribución de Poisson tiene para una variable aleatoria discreta Y , con una intensidad μ , $\mu > 0$ y una exposición t , definida como el tiempo du-

⁸³ Para la selección de modelos de regresión se ha considerado aquellos recogidos en Long (1997). Somos conscientes de la existencia de más tipos, como por ejemplo aquellos que se caracterizan por tener una variancia generalizada, como la regresión de Poisson generalizada (véase Consul, 1989) o la regresión de Poisson robusta (véase Winkelmann y Zimmermann, 1995)

rante el cual se registra el evento, la función de densidad (Cameron y Trivedi, 1998).

$$Pr[Y = y] = \frac{e^{-\mu t} (\mu t)^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots$$

De lo anterior, se puede deducir que la relación entre μ , el número esperado de veces que un evento va a ocurrir en un periodo de tiempo ($t=1$), y la probabilidad de obtener un recuento y se puede especificar a través de la distribución de Poisson (Long y Freese, 2006)

$$Pr(y | \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots$$

donde $\mu > 0$ es el único parámetro que define la distribución (Cameron y Trivedi, 1998; Winkelmann, 2000; Long y Freese, 2006), por lo cual se puede representar con la notación

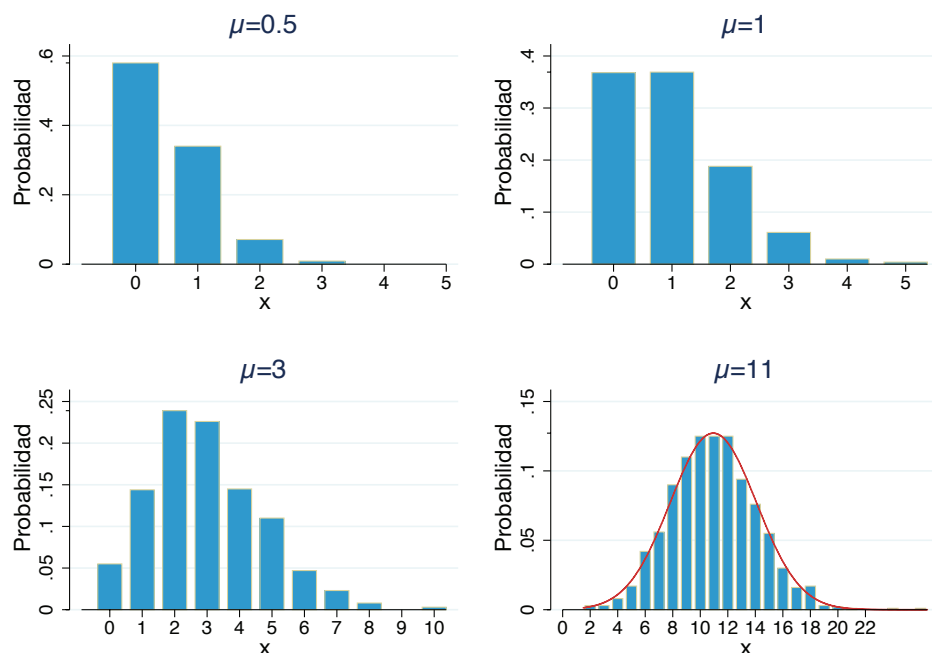
$$P(\mu)$$

Long (1997) destaca varias propiedades⁸⁴ a tener en cuenta en esta distribución, algunas bien conocidas como la equidispersión, ya que su media y varianza son iguales y toman el valor μ (Winkelmann, 2000; Cameron y Trivedi, 2001).

También, y a partir de un análisis visual de la representación gráfica de la función de Poisson⁸⁵ como el que se recoge en el *Gráfico 5*, hace hincapié en el hecho de que a media que se incrementa el valor esperado μ , la probabilidad del valor 0 disminuye sustancialmente, aproximándose cada vez más a la normal (representada en el gráfico por la línea continua sobreimpresa).

84 Para estudiar en profundidad el desarrollo matemático de la distribución de Poisson y comprobar las propiedades citadas por Long se puede consultar, entre otras, la obra de Taylor y Karlin (1994). Un desarrollo más simple se puede seguir en Winkelmann (2000).

85 Para la representación gráfica de la función de Poisson se ha utilizado el algoritmo de generación de variables discretas publicado por el Statistical Consulting Group de la universidad de UCLA (2007).



Una característica crítica de la distribución de Poisson es considerar los eventos independientes entre sí y, por lo tanto, cuando ocurre un evento ese hecho no condiciona el resultado de otro evento en el futuro (Cameron y Trivedi, 1998 y Long, 1997). Esta propiedad, como señala Winkelmann (2000), hace de la distribución de Poisson un ejemplo de distribución sin contagio, en contraposición de aquellas que lo tienen, bien sea positivo o negativo, ya que la ocurrencia de un evento aumenta/disminuye la probabilidad de ocurrencias futuras.

Con las características señaladas, es fácil deducir que la distribución de Poisson tiene poca presencia natural dentro de ámbito de las Ciencias Sociales, ya que los datos suelen presentar sobredispersión (infradispersión) si la varianza es mayor (menor) que la media (Cameron y Trivedi, 1998).

Sin embargo, su modelo de regresión es la candidata ideal para ser el punto de referencia en el estudio de las distribuciones de recuento (Winkelmann, 2000).

El modelo de regresión de Poisson

En el modelo de regresión de Poisson (MRP en adelante), se relaciona un número de eventos y con un conjunto de variables exógenas x de las que depende a través de los siguientes supuestos (Long, 1997, Winkelmann, 2000)

1º) el modelo estructural existente se puede expresar a través de la formulación

$$E(y_i|x_i) = \exp(x_i\beta)$$

A partir de este supuesto, se puede observar que, a través del uso de la función exponencial, el valor de recuento esperado (al que ya hemos denotado a través de la letra griega μ .) es positivo, y que la media condicional de y queda definida por medio de una función log-lineal de x y β .

2º) La distribución condicional de y_i para unos valores observados x_i sigue una distribución de Poisson, cuya notación genérica es

$$y_i|x_i \sim P(\lambda_i)$$

sustituyendo el parámetro genérico λ por su valor μ tenemos, debido a la equidispersión establecida anteriormente, que la varianza condicional de y_i es

$$\text{Var}(y_i|x_i) = \exp(x_i\beta)$$

por lo que la aleatoriedad del modelo es intrínseca y la influencia de las variables exógenas sobre y se produce a través de la intensidad del proceso aleatorio que representa μ y no se debe a factores como la omisión de variables explicativas o errores de medida (Winkelmann, 2000).

3º) cualquier par (y_i, x_i) cumplen con la condición iid.

Estimación del MRP

La estimación del vector de parámetros β se puede realizar a través de varias técnicas, entendida esta expresión en el sentido dado por Winkelmann (2000) de algoritmo o regla que puede ser fácilmente implementada en un ordenador.

En el presente trabajo utilizaremos la técnica de máxima verosimilitud, ya que, como señalan Cameron y Trivedi (1998), es la más utilizada en las variables de recuento, si bien hemos de señalar la existencia de otras aproxi-

maciones, tanto dentro de las técnicas basadas en la verosimilitud⁸⁶, como de alternativas tecnológicas que se basan en modelos lineales generalizados o en momentos, cada uno de ellos con sus correspondientes especificaciones (Cameron y Trivedi, 1998).

La técnica de máxima verosimilitud se basa en que los valores de los parámetros representados por β deben ser aquellos que maximicen la probabilidad⁸⁷ de que el modelo especificado haya generado la muestra observada (Winkelmann, 2000).

A partir de la notación⁸⁸ de Cameron y Trivedi (1998) para los cuales la función de verosimilitud tiene la forma

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n \Pr(y_i | x_i, \theta)$$

podemos expresar la función de verosimilitud de la distribución de Poisson como

$$L(\mu) = \prod_{i=1}^n \Pr(y_i | x_i, \mu_i)$$

maximizar la función de verosimilitud es equivalente a maximizar la función log-verosímil (Cameron y Trivedi, 1998; Long 1997), siendo ésta

$$\ln L(\mu) = \sum_{i=1}^n \ln \Pr(y_i | x_i, \mu_i)$$

sustituyendo la notación genérica por el desarrollo de la función de probabilidad, tenemos

86 Dentro de la técnica de la verosimilitud, podemos señalar tanto el sistema de verosimilitud de perfil como el de densidad mal especificada. Para estudiar con detalle tanto estas especificaciones del modelo de verosimilitud como los modelos tecnológicos basados en los momentos o en los modelos lineales generalizados, la obra de Cameron y Trivedi es un interesante punto de partida.

87 Verosímil en el lenguaje coloquial es sinónimo de probable, pero en el ámbito de la estadística la diferencia de significados es notable. Así, verosimilitud es la probabilidad hipotética de que un evento que ya se ha dado provoque un determinado resultado. Por lo tanto hace referencia a eventos pasado con resultados conocidos, mientras que la probabilidad trata de la ocurrencia de eventos futuros.

88 Hemos realizado un cambio en la notación, ya que $f(y_i | x_i, \theta)$ hace referencia, en puridad, a una variable continua, lo cual no es cierto en este caso.

$$\text{Ln } \mathbf{L}(\mu) = \sum_{i=1}^n \text{Ln } \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad \text{de donde}$$

$$\begin{aligned} \text{Ln } \mathbf{L}(\mu) &= \sum_{i=1}^n [\text{Ln } e^{-\mu_i} + \text{Ln } \mu_i^{y_i} - \text{Ln } y_i!] = \\ &= \sum_{i=1}^n [-\mu_i + y_i \text{Ln } \mu_i - \text{Ln } y_i!] \end{aligned}$$

Al estar interesados en estimar los parámetros representados por β , y teniendo en cuenta que $\mu_i = \exp(x_i\beta)$, haciendo las sustituciones pertinentes en el desarrollo anterior obtenemos que la función log-verosimil a maximizar es

$$\text{Ln } \mathbf{L}(\beta) = \sum_{i=1}^n [-\exp(x_i\beta) + y_i \exp(x_i\beta) - \text{Ln } y_i!]$$

Llegados a este punto, y una vez que la expresión anterior es globalmente cóncava por lo que, de encontrar un máximo, este será único (Long, 1997), sólo resta utilizar un algoritmo interactivo, como el Newton-Raphson, que resuelva la ecuación de maximización⁸⁹ (Winkelmann, 2000).

Interpretación

Siguiendo a Long (1997), una vez estimado el modelo, su interpretación dependerá del tipo de variable objeto de estudio, ya que el centro de atención puede estar fijado en el valor esperado de la variable de recuento y, por lo tanto, se busca conocer la influencia de los cambios en una variable independiente o bien ser la distribución del recuento y el interés estar orientado en la propia distribución o en la probabilidad de obtener un determinado resultado. En nuestro caso, es la primera de las opciones la que tiene más importancia y la que pasamos a estudiar.

⁸⁹ Una vez más, el desarrollo matemático de las condiciones de primer orden y segundo orden necesarias para maximizar una función logarítmica van más allá del ámbito del presente trabajo de investigación. El desarrollo de las mismas se pueden consultar, entre otras, en las obras ya citadas de Cameron y Trivedi, de Winkelmann o en Maddala (1983).

La media condicional, como ya se ha señalado, recoge el valor esperado de la variable dependiente y para un conjunto dado de variables independientes x y su formulación matemática se corresponde con la expresión:

$$E(y|x) = \exp(x\beta) = \mu$$

Los cambios en este valor esperado se pueden medir bien a través del efecto marginal del cambio en las variables independientes, bien a través del porcentaje de cambio o bien a través del cambio discreto en el valor esperado.

El efecto marginal presenta, en opinión de Long, dos grandes inconvenientes que hacen a este sistema ser menos informativo que las alternativas existentes.

El primero de ellos es la falta de significado del efecto marginal de las variables ficticias que puedan estar presentes en el modelo. El segundo, quizá más importante, tiene su origen, como también señalan Cameron y Trivedi (2001), en la naturaleza no lineal del MRP, lo que provoca que el efecto marginal no se pueda interpretar como el cambio en el recuento esperado debido a un cambio unitario en la variable independiente x_k , sino que el valor dependerá de los valores de todas las variables independientes.

Esta dificultad se soslaya utilizando la técnica del porcentaje de cambio, ya que esta permite medir el cambio δ en la variable x_k , reformulando⁹⁰ el valor esperado a una expresión tal como

$$E(y|x, x_k + \delta)$$

dejando el porcentaje de cambio en el valor esperado debido a un cambio de δ en x_k igual a

$$\frac{E(y|x, x_k + \delta)}{E(y|x, x_k)} = \exp(\beta_k \delta)$$

lo que nos permite interpretar los parámetros de la siguiente forma (Long, 1997, Ato, et al., 2005):

⁹⁰ El desarrollo matemático completo que da soporte a la interpretación de la estimación del MRP se escapa de nuestro estudio. Su formulación se puede seguir en Long (1997).

- para un cambio de δ en x_k el recuento esperado se incrementa en un factor de $\exp(\beta_k \times \delta)$, manteniendo todas las demás variables constantes.

para valores específicos de δ la interpretación será:

- Factor de cambio: Para una unidad de cambio en x_k , el recuento esperado cambia en un factor de $\exp(\beta_k)$, manteniendo todas las demás variables constantes
- Factor de cambio estandarizado. Para una desviación estándar en x_k , el valor de recuento esperado cambia en $\exp(\beta_k \times s_k)$, manteniendo todas las demás variables constantes

Por último, la utilización del método cambio discreto en el valor esperado permite analizar el cambio en el valor de y cuando el cambio en x_k se produce dentro de un intervalo

$$\frac{\Delta E(y|\mathbf{x})}{\Delta x_k} = E(y|\mathbf{x}, x_k = x_{inicio}) - E(y|\mathbf{x}, x_k = x_{final})$$

Esta aproximación permite, por ejemplo, ver como afecta la variación del valor de x_k entre sus valores mínimo y máximo a la variable dependiente, si bien la magnitud del cambio discreto depende del nivel de todas las variables existentes en el modelo (Long, 1997).

Problemática en el uso del modelo de regresión de Poisson

La problemática en el uso del MRP se puede analizar a partir de dos orígenes distintos. El primero de ellos está relacionado con las características de la propia distribución, mientras que el segundo se vincula a la especificación del modelo de regresión.

Empezando por la distribución de Poisson, como se apuntado anteriormente, esta parte de unos supuestos muy restrictivos, siendo el más problemático el que considera los eventos como independientes e idénticamente distribuidos. Por lo tanto, la violación de cualquiera de los supuestos recogidos en la consideración de eventos *iid* invalida la utilización de dicha distribución como mecanismo generador de eventos.

Habíamos establecido que la independencia de eventos en la distribución de Poisson la clasifica como una distribución sin contagio, en contra-

posición de aquellas en las que la ocurrencia de un evento aumenta/disminuye la probabilidad de ocurrencias futuras (Winkelmann, 2000).

Feller (1943), haciendo referencia al trabajo de Greenwood y Yule (1920), identifica un contagio verdadero, donde cada evento “favorable” incrementa (o disminuye) la probabilidad de eventos futuros favorables. Una primera aproximación a nuestro apartado empírico permite ejemplificar esta situación: en nuestro estudio, el hecho de acceder al campus virtual es un evento. Nuestro conocimiento de la conducta del alumnado nos hace intuir que, para un sujeto concreto y en una materia concreta, la probabilidad de que el evento se repita aumenta con cada éxito si la experiencia la valora positivamente (contagio positivo) o disminuye si la experiencia no cumple con sus expectativas (contagio negativo).

Sin embargo, este no es el único tipo de contagio existente, ya que cuando la población no es homogénea, se puede dar un proceso de contagio aparente (Greenwood y Yule (1920), citado por Fuller (1943) y Cameron y Trivedi (1998)). Esta situación se puede observar fácilmente en el ejemplo de accidentes laborales propuesto por Cameron y Trivedi (1998) en el que se considera que la muestra estudiada procede de una población heterogénea, en la cual cada sujeto tiene una propensión a tener accidentes (μ) constante, pero diferente de las demás. En estas condiciones, para un sujeto cualquiera la existencia de un accidente no va a alterar la probabilidad de que este sufra uno (no existe contagio). Sin embargo, la agregación entre individuos heterogéneos provoca que, estadísticamente, la existencia de un accidente incrementa la existencia de otro, provocando con ello el efecto de contagio aparente⁹¹.

En cuanto a los problemas derivados de la especificación del modelo, estos tienen su origen en el incumplimiento de los tres supuestos básicos:

$$1. \quad E(y_i|x_i) = \exp(x_i\beta)$$

$$2. \quad y_i|x_i \sim P(\lambda_i)$$

$$3. \quad \text{Var}(y_i|x_i) = \exp(x_i\beta)$$

91 La dificultad práctica a la hora de diferenciar ambos tipos de contagio tiene su materialización matemática en el denominado “teorema de la imposibilidad” establecido por Bates y Neyman (1951) y recogido por Winkelmann (2000) y Long (1997) según el cual en presencia de datos de recuento transversales resulta imposible distinguir entre el contagio verdadero y el aparente, es decir, identificar el proceso estocástico.

Como señala Winkelmann (2000), el MRP se caracteriza por la existencia de una estrecha relación entre la regresión, la función de varianza y la distribución, lo que provoca que, por ejemplo, el incumplimiento de las condiciones de la varianza siempre implique una violación de la distribución.

La asunción de la igualdad entre la varianza condicional y la media condicional ha sido una problemática habitual en el trabajo aplicado⁹² ya que en suele ser frecuente que la varianza condicional sea mayor que la media, es decir, se produzca sobredispersión (Grogger y Carson, 1991). Si bien la sobredispersión no afecta la consistencia de la media condicional estimada (Gourieroux et al., 1984), si afecta la consistencia de la varianza de los parámetros estimados, al estar sesgado a la baja el error estándar, lo que invalida los test de hipótesis habituales (Ramaswamy et al., 1994 y Cameron y Trivedi, 1986).

Para Winkelmann (2000), son ocho las posibles causas que provocan la especificación incorrecta de la MRP, pudiendo esas afectar total o parcialmente a los tres supuestos de partida.

La más común y difícil de corregir está relacionada con la incorrecta especificación de la función de la media. Este caso puede deberse a diversos motivos, como pueden ser las variables explicativas y los parámetros no interactúan de forma lineal o que aquellas se incorporen al predictor por medio de alguna transformación que rompa la linealidad.

La existencia de heterogeneidad no observada es otro de los motivos de error señalados por Winkelmann, y destacado por Cameron y Trivedi (1998). En esta situación, la función de la media se ve afectada, en particular por la omisión de variables explicativas significativas, ya que al no tener en cuenta la totalidad de variables explicativas, las observaciones difieren aleatoriamente por causas que no son tenidas en cuenta. Como señala Long (1997), en la práctica real μ suele diferir entre los individuos, lo cual favorece la sobredispersión en la distribución marginal del recuento.

92 Gourieroux y Visser (1997) señalan que cuando falla esta igualdad, utilizar la distribución de Poisson uniparamétrica no es muy adecuado. En el trabajo citado, proponen un modelo para aquellas situaciones en las que la heterogeneidad no observada depende tanto de los individuos como de los intervalos ("*spells*"). En este caso, el modelo de recuento está definido a través del intervalo de tiempo entre eventos sucesivos. Para Xekalaki (1983), la ocurrencia de estos intervalos obedece a alguna ley de probabilidad, mientras que los eventos, dentro de cada intervalo, ocurren de acuerdo con una ley de probabilidad diferente y pueden ser dependientes.

La existencia de una “memoria” en el proceso de generación de eventos es otro de los motivos de error señalados por Winkelmann. Esta situación se materializa en la existencia de un contagio y se debería de afrontar con la modelación de procesos dependientes⁹³.

Los datos de la muestra pueden ser fuente de error en la especificación del modelo si estos son generados de tal forma que la variable de recuento no está representada en la totalidad de su rango, dándose un proceso de selectividad⁹⁴. Winkelmann (1997) diferencia entre la censura de datos, aquella situación en la que la variable dependiente es observada únicamente para un rango determinado de valores⁹⁵ y el truncamiento, en la que ciertas observaciones son omitidas totalmente⁹⁶. En ambos casos la estimación de los parámetros será inconsistente (Cameron y Trivedi, 1999), aunque el primero de ellos la pérdida de información es menos importante (Cameron y Trivedi, 1998).

Otro motivo de error reside en considerar estadísticamente independientes la heterogeneidad no observada los regresores de x . Winkelmann señala que esta situación es habitual en aquellos casos en los que los regresores se establecen simultáneamente y, por lo tanto, endógenos.

Cuando sólo una fracción de los eventos reales es tenida en cuenta, aparece la problemática de la información a la baja (“*underreporting*”), en la cual los eventos se crean a partir de una distribución de Poisson, pero se facilita un valor inferior al real de recuento, bien por desconocimiento, bien por ocultación deliberada⁹⁷.

93 Winkelmann propone la utilización de un modelo de dependencia de duración como el expuesto en Winkelmann (1995).

94 Los modelos de recuento con selectividad son tratados con detalle en Winkelmann (1998).

95 Un ejemplo típico de censura es a agregación de recuentos mayores a un valor dado (Cameron y Trivedi, 1999).

96 Para el estudio de la Distribución de Poisson Truncada se puede ver, entre otros, el artículo de Plackett (1953), mientras que el modelo con censura se puede consultar Lo (1992) o Terza (1985).

97 La ocultación deliberada se puede dar fácilmente en aquellas situaciones en la variable dependiente hace referencia a situaciones delicadas desde un punto de vista del sujeto, como puede ser la frecuencia en el consumo de drogas o el número de relaciones sexuales mantenidas.

En determinados casos, en el proceso de recuento el valor 0 aparece en más ocasiones que la predicha por la distribución de Poisson, pero este valor tiene un especial interés por tener un estatus especial en el ámbito de estudio concreto (Ridout et al., 1998). Winkelmann destaca que la idea de ajustar la probabilidad del resultado cero es antigua y que la existencia del exceso de ceros, de no ser tenido en cuenta, conlleva, al igual que la heterogeneidad no observada y la dependencia a la sobredispersión (Feller, 1943, Winkelmann, 1997, y Cameron y Trivedi, 1998).

Por último, Winkelmann apunta a la equidispersión como la octava causa probable de especificación errónea del modelo. El no cumplimiento de esta característica de la distribución de Poisson afecta a la función de varianza, produciéndose, como ya se ha señalado, bien una sobredispersión, bien una infradispersión.

El modelo de regresión de binomial negativo

Los problemas señalados en los párrafos anteriores apuntan la dificultad de hallar procesos de recuento en el ámbito de las ciencias sociales en el que el MRP sea el más adecuado, lo que conlleva a la utilización de modelos alternativos que se ajusten fidedignamente a la especificación real del proceso objeto de estudio.

El modelo de regresión binomial negativa (MRBN en adelante) es una de las alternativas más habituales en el caso de existencia de sobredispersión, (Ramaswamy et al., 1994 y Lawless, 1987), estando su uso normalmente relacionado con la existencia de heterogeneidad no observada (Long, 1997).

Como ya se ha señalado, en presencia de sobredispersión, la consistencia de la media condicional estimada no se ve afectada (Gourieroux et al. 1984), al contrario que la varianza de los parámetros estimados, mientras que el error estándar está sesgado a la baja y los test de hipótesis habituales pueden sobreestimar la significación de las variables (Cameron y Trivedi, 1986; Ramaswamy et al., 1994; Long, 1997).

Al emplear el MRBN se introduce un parámetro adicional ν para la dispersión que permite recoger la influencia de la sobredispersión⁹⁸ (Ra-

98 Como ya se ha visto, la sobredispersión hace ineficientes las estimaciones del MRP, por lo que siempre es necesario hacer un test para detectarla. Long y Friesse (2006) proponen utilizar un test de ratio de verosimilitud (LR test en inglés) como el $G^2 = 2(\ln_{\text{LMRBN}} - \ln_{\text{LMRP}})$ como test de $H_0: \alpha = 0$.

maswamy et al., 1994), ya que permite a la varianza condicional de y sobrepasar la media condicional (Long, 1997).

La distribución de probabilidad de la distribución binomial negativa⁹⁹ (NB en adelante) toma la forma¹⁰⁰ (Long, 1997):

$$\Pr(y_i|x_i) = \frac{\Gamma(y_i + \nu_i)}{y_i! \Gamma(\nu_i)} \left(\frac{\nu_i}{\nu_i + \mu_i} \right)^{\nu_i} \left(\frac{\mu_i}{\nu_i + \mu_i} \right)^{y_i}$$

El valor esperado de y para la distribución NB es la misma que para la Poisson:

$$E(y_i|x_i) = \exp(x_i\beta) = \mu_i$$

mientras que la varianza condicional diferente, ya que recoge el nuevo parámetro ν , quedando (Long, 1997).

$$\text{Var}(y_i, \beta) = \mu_i \left(1 + \frac{\mu_i}{\nu_i} \right) = \exp(x_i\beta) \left(1 + \frac{\exp(x_i\beta)}{\nu_i} \right)$$

Puesto que tanto μ como ν son valores mayores que cero, la varianza condicional de y en el MRBN será mayor que la media condicional $\exp(x_i\beta)$ (Long, 1997; Cameron y Trivedi, 1986).

Para solventar los problemas derivados de la existencia de más parámetros que observaciones si ν varía entre individuos, el supuesto más común es considerar que ν es igual para todos los individuos (Long, 1997) y adopta el valor¹⁰¹

$$\nu_i = \alpha^{-1} \text{ para } \alpha > 0$$

quedando la formulación de la varianza condicional

99 La utilización de la distribución de probabilidad Gamma parte de los estudios de Greenwood y Yule (1920) y la derivación de la NB se puede seguir, entre otros, en Wilkenmann (1997).

100 Boswell y Patil (1970) identifican 13 mecanismos estocásticos diferentes de generar esta distribución (citado en Cameron y Trivedi, 1998). En nuestro caso seguimos el denominado por Cameron y Trivedi (1986) Negbin II. El desarrollo completo tanto de este modelo como del Negbin I y el Negbin se pueden seguir en la obra citada o en Wilkenmann (2000).

101 Nótese que en el caso $\alpha = 0$, estamos ante la distribución de Poisson.

$$\text{Var}(y_i | \mathbf{x}) = \mu_i \left(1 + \frac{\mu_i}{\alpha^{-1}} \right) = \mu_i (1 + \alpha \mu_i) = \mu_i + \alpha \mu_i^2$$

Estimación e interpretación del MRBN

La estimación del vector de parámetros β por medio de la técnica de máxima verosimilitud se realiza a través de la función de verosimilitud siguiente (Long, 1997)

$$\begin{aligned} L(\beta | y, \mathbf{X}) &= \prod_{i=1}^n \text{Pr}(y_i | \mathbf{x}_i) = \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{y_i! \Gamma(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu_i}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{y_i} \end{aligned}$$

donde $\mu = \exp(\mathbf{x}\beta)$.

Como ya hemos visto, maximizar la función de verosimilitud es equivalente a maximizar la función log-verosímil

$$\text{Ln } L(\beta | y, \mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n \text{Ln } \text{Pr}(y_i | \mathbf{x}_i)$$

Una vez más, de encontrar un máximo, este será único, por lo que sólo resta utilizar un algoritmo interactivo para su maximización, proceso que se puede consultar en Lawless (1987).

Los métodos de interpretación basados en el recuento esperado $E(y | \mathbf{x})$ son idénticos a los vistos para el MRP, puesto que las estructuras de la media son las mismas, basándose los cálculos de las probabilidades predichas en la fórmula (Long, 1997)

$$\widehat{\text{Pr}}(y | \mathbf{X}) = \frac{\Gamma(y_i + \hat{\alpha}^{-1})}{y_i! \Gamma(\hat{\alpha}^{-1})} \left(\frac{\hat{\alpha}^{-1}}{\hat{\alpha}^{-1} + \hat{\mu}} \right)^{\hat{\alpha}^{-1}} \left(\frac{\hat{\mu}_i}{\hat{\alpha}^{-1} + \hat{\mu}} \right)^y$$

donde $\hat{\mu} = \exp(\mathbf{x}\hat{\beta})$.

Los modelos de regresión para recuentos truncados o censurados

Cuando los datos de la muestra son generados de tal forma que la variable de recuento no está representada en la totalidad de su rango, se da un proceso de selectividad, normalmente debido a las características de la muestra seleccionada (Gurmu y Trivedi, 1992) y que hacen aconsejable no utilizar la distribución de Poisson de una forma directa.

Winkelmann (1997) y Cameron y Trivedi (1998) diferencian dos tipos de truncamiento. En el primero de ellos, las observaciones empiezan a contarse a partir de la existencia de un determinado número de ocurrencias (truncamiento inferior) mientras que en el segundo las observaciones están limitadas a partir de un valor positivo mayor que cero (truncamiento superior).

Para analizar este tipo de situaciones, Gurmu (1991) y Grogger y Carson (1991) ampliaron tanto el MRP como el MRBN para recoger este tipo de situaciones. Aunque el truncamiento puede ocurrir en cualquier valor de recuento, el más frecuente es aquel donde las observaciones se incorporan a la muestra una vez que se ha producido el primer evento (Cameron y Trivedi, 1998; Long, 1997; Gurmu, 1991), dando lugar a las distribuciones con ceros truncados, que serán las que se aborden en este apartado¹⁰².

En ambos casos, el desarrollo del modelo parte de la exclusión de la probabilidad del valor 0 en la distribución original a través de la ley de probabilidades condicionales $\Pr(A|B) = \Pr(A \cap B) / \Pr(B)$.

Bajo esta premisa, en el MRP truncado, la media condicional se representa (véase Grogger y Carson (1991) para los desarrollos):

$$E(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i) = \frac{\mu_i}{\Pr(y_i > 0 | \mathbf{x}_i)} = \frac{\mu_i}{(1 - \exp(-\mu_i))}$$

mientras que la varianza, menor que la Poisson original, es

$$\text{Var}(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i) = \frac{\mu_i}{1 - \exp(-\mu_i)} \left[1 - \frac{\mu_i}{\exp(-\mu_i) - 1} \right]$$

¹⁰² El desarrollo completo del modelo truncado se puede seguir en Wilkenmann (2001).

Si se aplica las mismas ideas al MRBN tenemos que la media y la varian-za condicional se definen (Cameron y Trivedi, 1998; Grogger y Carson, 1991) como:

$$E(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i) = \frac{\mu_i}{\Pr(y_i > 0 | \mathbf{x}_i)} = \frac{\mu_i}{1 - (1 + \alpha\mu_i)^{\frac{1}{\alpha}}}$$

$$\text{Var}(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i) = \frac{\mu_i}{1 - (1 + \alpha\mu_i)^{\frac{1}{\alpha}}} \left[1 - (1 + \alpha\mu_i)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{\mu_i}{1 - (1 + \alpha\mu_i)^{\frac{1}{\alpha}}} \right]$$

Estimación e interpretación

Las ecuaciones de verosimilitud para el modelo de Poisson truncado y el Modelo binomial negativo truncado son, respectivamente (Long, 1997)

$$L(\beta | \mathbf{y}, \mathbf{X}) = \prod_{i=1}^n \Pr(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i)$$

$$L(\beta, \alpha | \mathbf{y}, \mathbf{X}) = \prod_{i=1}^n \Pr(y_i | y_i > 0, \mathbf{x}_i)$$

El proceso de maximización de la función logverosimil se puede consultar en Grogger y Carson (1991).

Para la interpretación de los parámetros estimados hay que tener en cuenta la existencia de una limitación en la muestra debido al proceso de truncamiento, al igual que ocurre en los modelos Tobit¹⁰³ para resultados limitados (Long, 1997).

En este tipo de modelos, se puede dar tanto infradispersión en relación al modelo no truncado puesto que $0 < 1 - \mu(\exp(\mu) - 1) < 1$ (Winkelmann y Zimmermann, 1995) como sobredispersión, lo que produciría estimaciones de β resultan sesgadas e inconsistentes (Grogger y Carson, 1991). Por ello, Long (1997) señala la importancia de utilizar test específicos de sobredispersión para este tipo de modelos como los propuestos en Gurmu y Trivedi (1992).

103 El modelo de regresión de Tobit se puede consultar, entre otros, en Long (1997) y Breen (1996).

Modelos de recuento de ceros modificados

En los modelos vistos hasta ahora, la media condicional no sufría ningún cambio en su estructura, por lo que el ajuste a la realidad del recuento en cuestión se realizaba a través de modificaciones en la varianza condicional¹⁰⁴.

En los modelos que se van a tratar a continuación se recoge explícitamente la producción de valores de recuento 0. Con este proceso se intenta dar respuesta a aquellos casos de valores 0 en el fenómeno objeto de estudio para los que se asume la posibilidad de hayan sido generados por un proceso diferente al de los recuentos estrictamente positivos. Esta asunción, como señalan Cameron y Trivedi (1998) y Long (1998), conlleva una alteración de la media condicional que permite dar una solución a los problemas derivados por sobredispersión derivada del exceso de ceros que se observan en múltiples procesos de muestreo en la vida real, en particular en las ciencias sociales (Cameron y Trivedi, 1998).

Siguiendo la clasificación de Long (1997) para este tipo de modelos, nos encontramos con dos grandes tipos de modelos: el modelo de recuento con ceros y los modelos con ceros aumentados.

El primero de ellos diferencia sistemáticamente el proceso estadístico que rige a las observaciones, en función de si el valor de las observaciones supera o no un determinado valor (umbral), normalmente el valor 0, considerando que existen dos procesos distintos generando los valores de las observaciones. Como señala Cameron y Trivedi (1989), la idea básica es que la distribución binomial rige la dicotomía valor 0 – valor positivo, pero que una vez que el resultado difiere de 0, el umbral se ha superado y la distribución condicional de los valores positivos se rige por un modelo de recuento truncado en 0.

El modelo de umbral de recuento

El modelo general para los modelos de recuento con ceros está dado por el modelo de regresión de umbral de recuento («*Hurdle Count Data Model*») establecido por Mullahy, (1986). La propuesta de Mullahy asume que la población está formada por dos grupos. Un individuo está en el grupo A, que siempre tiene como resultado del recuento 0, con una probabilidad ψ o está

104 Por ejemplo, el MRBN que responde a la infrapredicción de ceros del MRP incrementando la varianza condicional y manteniendo intacta la media condicional (Long, 1997).

en el grupo B, que puede tener como resultado del recuento de 0 o superior, con una probabilidad $1-\psi$, siendo ψ un parámetro desconocido a estimar. Por lo tanto, para una observación concreta con un valor de recuento 0 no podemos saber si el sujeto pertenece al primer grupo o al segundo.

En el segundo grupo, el recuento está sujeto a un MRP o a un MRBN. Tomando el desarrollo de Long (1997) para el caso de la Poisson¹⁰⁵, sabemos que en el valor cero tiene una probabilidad $\Pr(y=0 | x) = \exp(-\mu)$.

La probabilidad conjunta del valor 0 es la combinación de la probabilidad de dicho valor en cada uno de los grupos, ponderado por la probabilidad de que un individuo pertenezca a dicho grupo, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$\Pr(y_i=0 | x_i) = \psi + (1 - \psi) \exp(-\mu_i)$$

Dado que la distribución de Poisson sólo se aplica a una parte de la muestra $(1-\psi)$, la

$$Pr(y_i | x_i) = (1 - \psi) \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}, \quad y > 0$$

probabilidad de los valores mayores de cero se debe ajustar, quedando de la siguiente forma (Long, 1997).

Los modelos con ceros aumentados

Los modelos con ceros aumentados son una extensión de los modelos de recuento con cero que permite determinar ψ a través de las características de los individuos. Este modelo, desarrollado por Lambert (1992) y Greene (1994), considera que los ceros están generados por dos procesos estocásticos, en lugar del único proceso que considera el modelo de umbral de recuento (Long y Freese, 2006).

Bajo estas condiciones, el modelo asume que existen dos grupos latentes en la muestra, siendo imposible conocer a priori a cual pertenece el individuo. En el grupo siempre cero (grupo A) se da el resultado 0 con una probabilidad de 1, mientras que un individuo en el grupo no siempre cero (grupo

105 El desarrollo para la distribución binomial negativa se puede seguir en Cameron y Trivedi (1989).

B) puede darse ese resultado, pero existe la probabilidad de resultados positivos en el recuento (Long y Freese, 2006).

Siguiendo a Long (1997), la versión Poisson del modelo sería el siguiente:

En primer lugar, tanto la pertenencia a cada uno de los grupos como el recuento en el grupo B está generado por un proceso de Poisson.

$$Pr(y_i | \mathbf{x}_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

donde $\mu = \exp(\mathbf{x}\beta)$.

En este caso, la pertenencia a *grupo siempre cero* sería un proceso $P(\psi)$, mientras que el recuento de valores recuento seguiría una distribución $P(1-\psi)$. El resultado final del modelo se genera a través de la mezcla de las probabilidades de los dos grupos

Lambert (1992) introduce el modelo de Poisson de ceros aumentados (ZIP en su terminología inglesa) en el que la pertenencia al grupo *siempre cero* es un resultado binario que puede ser modelado a través de un modelo *logit* o *probit*:

$$\psi_i = F(z_i \gamma)$$

donde F representa¹⁰⁶ bien al función de densidad acumulativa normal o logística y los z pueden ser los mismos que los x del primer proceso¹⁰⁷ (Long, 1997).

Combinando ambos procesos, la probabilidad condicional queda especificada de la siguiente forma (Long, 1997):

$$Pr(Y_i = 0 | \mathbf{x}_i) = \psi_i + (1 - \psi_i)e^{-\mu_i}$$

$$Pr(y_i | \mathbf{x}_i) = (1 - \psi_i) \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}, \text{ para } y_i > 0$$

¹⁰⁶ Además del artículo de Lambert, se puede seguir el desarrollo completo del modelo ZIP, con la formulación de su función logverosimil en Cameron y Trivedi (1989) o en Wilkenmann (2000).

¹⁰⁷ En el caso de darse esta igualdad, el modelo se denota como ZIP(τ) si se asume que los parámetros en el modelo binario son un múltiplo escalar de los parámetros del modelo de recuento, si bien esta situación pocas veces se da en las Ciencias Sociales (Long, 1997).

Si se considera que tanto el recuento de 0 como el positivo está generado por un proceso binomial negativo, el modelo resultante se denomina binomial negativo de ceros aumentados (ZINB en inglés), quedando expresado a través de

$$\Pr(y_i = 0 | \mathbf{x}_i) = \psi_i + (1 - \psi_i) \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{\alpha^{-1}}$$

$$\Pr(y_i = 0 | \mathbf{x}_i) = (1 - \psi_i) \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{y_i! \Gamma(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu_i}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{y_i} \text{ para } y_i > 0$$

Para ambos modelos, Greene (1994) establece que

$$E(y_i | x_i, z_i) = \mu_i - \mu_i \psi_i$$

de donde $E(y_i | x_i, z_i) = \mu_i(1 - \psi_i)$. Ya que $0 \leq \psi \leq 1$, la media condicional del modelo ha sido cambiada a través de la rebaja del recuento esperado en $\mu\psi$ (Long, 1997).

Estos cambios también se producen en la varianza condicional. Para el modelo ZIP

$$\text{Var}(y_i | x_i, z_i) = \mu_i (1 - \psi_i)(1 + \mu_i \psi_i)$$

de donde, si $\psi=0$, estamos ante el modelo de regresión de Poisson y en otro caso, la varianza excede la media. Del mismo modo, en el modelo ZINB

$$\text{Var}(y_i | x_i, z_i) = \mu_i (1 - \psi_i)(1 + \mu_i(\psi_i + \alpha))$$

donde un valor de $\psi=0$ nos devuelve al MRBN, pero para valores positivos, la dispersión es mayor que la recogida por el modelo original.

Estimación e interpretación de los modelos de recuento de ceros

La estimación original propuesta por Lambert seguía el algoritmo expectación-maximización para calcular el máximo correspondiente al modelo propuesto, si bien la aportación de los gradientes, que permiten aplicar la técnica máximo-verosímil a este tipo de modelos a través de la estimación

numérica facilitada por método de optimización BHHH, se debe a Greene (1994) y simplifica su proceso de cálculo¹⁰⁸.

Tanto en el ZIP como en el ZINB, los parámetros pertenecientes al grupo B se interpretan de la misma forma que se ha hecho para el MRP y el MRBN, ya que se basan en la misma distribución de probabilidad.

Los parámetros del grupo A se deben interpretar como los coeficientes para el factor de cambio en la probabilidad de estar en el grupo *siempre cero* en comparación con el grupo *no siempre cero*, lo cual puede ser interpretado de la misma forma que los coeficientes de un modelo *logit* binario (Long y Fresse, 2006).

Muestra y fuentes de datos

La selección de la nota de acceso como elemento clave para analizar el acceso al Campus Virtual, nos ha llevado a centrar nuestro estudio en aquel alumnado de la USC que a lo largo del curso 2005-2006 ha cursado únicamente materias asignadas al primer curso de una carrera.

Nuestra decisión se fundamenta en dos puntos. En primer lugar, en la revisión bibliográfica realizada se observa que, mayoritariamente, el análisis empírico se realiza para el primer curso de la etapa universitaria del estudiante. Esta postura se explica, entre otras razones, por la estructura de los estudios universitarios en España, que permite un amplio grado de flexibilidad a la hora de realizar la matrícula de curso posteriores. De esta forma una materia formalmente asignada a, digamos, el tercer año de una carrera puede ser cursada por un estudiante en su segundo, cuarto o quinto año de estudios.

En segundo lugar, la base de datos utilizada para obtener los datos académicos y de entorno del alumnado tiene, como se expone en el Apéndice, una serie de limitaciones que dificultan obtener el mismo número de observaciones en todas las variables existentes en la misma. Este hecho ocurre tanto en las variables personales como en las variables académicas.

Así, el carácter voluntario del formulario del que se obtiene la totalidad de las variables referidas al contexto familiar y parte de las psicológicas ex-

108 Para una comparación entre distintos algoritmos máximo verosímiles se puede consultar, entre otros, el artículo de Bunch (1988). El método BHHH se puede estudiar en Berndt et al. (1974), donde se dio a conocer.

plica la inexistencia de datos en algunos casos. En las variables académicas el principal problema se encuentra en la imposibilidad de conocer la nota de acceso a la universidad de gran parte del alumnado matriculado por primera vez en la USC antes del curso académico 2005-2006.

Para ello, y a partir de la base de datos conjunta descrita en el Apéndice, se creó una base de datos de trabajo en la que se consideró únicamente los accesos a materias que en el plan de ordenación académica de la USC se codifica como de primer curso. Para ello, se utilizó como referencia el campo “materia_codigo” de la base de datos facilitada por Xescampus. El siguiente paso fue crear para cada estudiante dos variables temporales, *curso_mas_alto* y *curso_mas_bajo*, para, por último, eliminar de la base aquellas observaciones que no cumpliesen la condición *curso_mas_alto = curso_mas_bajo = 1*.

Tras realizar una serie de ajustes de codificación en las variables originales de la base conjunta, la base de trabajo quedó formada por 15 variables de análisis (recogidas en la *Tabla 15*), 2 de agrupación (presentadas en la *Tabla 16*) y una de identificación (*id_alumno*).

Variable	Descripción	Valor si dicotómica
Sexo	Sexo	0 = H, 1 = M
TitPrevia	Titulación superior previa	0= No, 1 = Sí
OtroAcce	Acceso diferente a Bachillerato	0= No, 1 = Sí
TRsdnc	Residencia curso.	0= Otro, 1= Residencia /Domicilio Familiar
PadresEst	Algún padre con estudios universitarios	0= No, 1 = Sí
CdtosMatr	Número créditos cursados	
MatMatr	Número de materias matriculadas	
NotaAcc	Nota de acceso a la Universidad	
Nclausus	Estudios con límite de plaza	0 = No, 1 = Sí
Repite	Materia cursada previamente	0= No, 1= Sí
MatCV	Grado de “virtualidad”. Materias en el Campus virtual/Número de materias matriculadas	
Existia	Materia presente en el CV durante el curso anterior	0= No, 1= Sí
Matr	Total de matriculados en la materia cursada	
Creditos	Número de créditos de la materia	
Anual	Materia Anual	0= No, 1= Sí

Tabla 15. Variables de análisis

Variable	Observaciones	Descripción
area_c	6707	Área de conocimiento de la titulación cursada.
campus	6707	Campus en el que se cursa la titulación.

Tabla 16. Variables de agrupación.

Caracterización de la muestra

A partir de la *Tabla 17* podemos caracterizar a la estudiante medio de nuestro análisis como una mujer, sin una titulación universitaria previa y procedente del bachillerato, que está cursando una titulación con límite de plazas a la que ha accedido con una nota de 6,6. El 40% de las 9 materias en las que se ha matriculado están presentes en el Campus Virtual, y su carga de trabajo ha sido de 65 créditos.

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo	Valor si dicotómica
id_alumno	6707	n/a	n/a	n/a	
Sexo	6707	0,58	0	1	0 = H, 1 = M
TitPrevia	6164	0,10	0	1	0 = No, 1 = Sí
OtroAccs	6164	0,05	0	1	0 = No, 1 = Sí
TRsdnc	6164	0,31	0	1	0 = Otro, 1 = Residencia /Domicilio Familiar
PadresEst	6707	0,17	0	1	0 = No, 1 = Sí
CdtosMatr	6707	64,60	9	83	
MatMatr	6707	9,20	1	15	
NotaAcc	6707	6,58	5	10	
Nclausus	6707	0,56	0	1	0 = No, 1 = Sí
Repite	6707	0,30	0	1	0 = No, 1 = Sí
MatCV	6707	0,40	0,07	1	

Tabla 17. Variables relacionadas con el estudiante

Por su parte, la variable *TRsdnc* señala que la residencia habitual durante el curso no es la casa familiar o una residencia universitaria, lo que dificulta

el acceso a Internet desde el domicilio Este aspecto sirve como indicador de la capacidad de acceso a Internet desde el domicilio habitual¹⁰⁹.

Variable	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo
existia	6707	0,59	0	1
matr	6707	122,49	1	266
creditos	6707	7,76	3,5	19
anual	6707	0,33	0	1

Tabla 18. Variables relacionadas con la materia

Por áreas (Tabla 19), el 67,54% de las observaciones se concentran en dos áreas, Ciencias Jurídicas y Sociales y Enseñanzas Técnicas, que representan al 59% de los valores únicos de la variable *id_alumno* (Tabla 21). La diferencia existente entre ambos porcentajes es un indicador de la mayor popularización del uso del Campus Virtual en estas áreas, siendo más acusado en el caso de Enseñanzas Técnicas, ya que con sólo un 15,3% de la matrícula única, obtiene un 23,5% de las observaciones analizadas.

Los valores más bajos en cuanto al número de observaciones se obtienen en el área de Humanidades y la de Ciencias Experimentales, que si bien su peso en la matrícula es del 16,6%, sólo representan el 14,7% de la muestra. Para el caso de Humanidades, la situación es la inversa de las enseñanzas Técnicas: el 2,5% de la muestra se origina por el 4,6% de la matrícula.

La concentración de observaciones no es un rasgo único del análisis por áreas. Así, por Campus (Tabla 20) vemos que la muestra se concentra en el campus de Santiago. También hay que destacar que este es el único campus en el que están presentes las cinco áreas.

En cuanto a las materias, las 102 materias de primer curso presentes en el Campus Virtual (Tabla 22) se reparten al 50% entre los dos campus. Sin embargo, hay que señalar que el reparto entre áreas no es tan equitativo, ni, como se ha señalado anteriormente, todas las áreas están presentes ambos. Los datos por materia nos permiten aclarar el peso de las Enseñanzas Técnicas en la muestra: el 42% de las materias pertenecen a este ámbito, siendo

109 Entre los servicios que se prestan desde las residencias universitarias de la USC a sus usuarios está el acceso gratuito a Internet.

más acusada su influencia en el Campus de Lugo, ya que para este Campus las 31 materias presentes representan el 60% del total.

Área de conocimiento	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Ciencias Jurídicas y Sociales	2.955	44,06	44,06
Enseñanzas Técnicas	1.575	23,48	67,54
Ciencias Salud	1.193	17,79	85,33
Ciencias Experimentales	833	12,42	97,75
Humanidades	151	2,25	100
Total	6,707	100	

Tabla 19. Distribución de la muestra por área de conocimiento

Campus	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Santiago	4.547	67,79	67,79
Lugo	2.160	32,21	100
Total	6.707	100	

Tabla 20. Distribución de la muestra por Campus

Área de conocimiento	Campus Santiago	Campus Lugo	Total
Ciencias Salud	458	108	566
Ciencias Experimentales	349	-	349
Enseñanzas Técnicas	116	157	273
Humanidades	106	-	106
Ciencias Jurídicas y Sociales	752	231	983
Total	1.781	496	2.277

Tabla 21. Distribución del alumnado por campus y área

Área de conocimiento	Campus Santiago	Campus Lugo	Total
Ciencias Salud	5	3	8
Ciencias Experimentales	13	.	13
Enseñanzas Técnicas	12	31	43
Humanidades	5	.	5
Ciencias Jurídicas y Sociales	16	17	33
Total	51	51	102

Tabla 22. Distribución de las materias por campus y área

Metodología econométrica

Descripción del modelo

Para elegir un modelo acorde con la estructura de los datos disponible se tomó como punto de partida la naturaleza de recuento de la variable objeto de estudio. Esta característica nos llevó a desechar los modelos basados en las regresiones para valores continuos, por lo que se abordó el análisis desde la perspectiva de los modelos de regresión de variables categóricas dependientes, dentro de las cuales se encuentran las regresiones de recuento.

Por otra parte, nuestra experiencia docente nos permite afirmar que la mera existencia de una materia en el Campus Virtual no garantiza que ésta sea consultada por el alumnado, ya que existirá un porcentaje de ellos que no querrán utilizar este apoyo pedagógico hasta que las ventajas (o la habitualidad en el uso en los estudios cursados) les compense vencer la reticencia a la herramienta.

De esta forma, asumimos que existen dos grupos latentes entre el alumnado, siendo imposible conocer a priori a cual pertenece cada estudiante. Aquellos que pertenezcan al grupo que denominaremos *reacio* tendrán un valor de 0 en la variable accesos con una probabilidad de 1, mientras que un estudiante en el grupo *no reacio* puede darse ese resultado, pero existe la probabilidad de resultados positivos en el recuento.

Para identificar la pertenencia a cada grupo y el comportamiento de los sujetos del grupo *no reacio* utilizaremos las variables presentadas en las *Tablas 13 y 14*.

Determinación del método de estimación

Nuestra asunción se corresponde con el modelo binomial negativo con ceros aumentados (ZINB). Para comprobar la idoneidad del mismo, el primer análisis a realizar es comprobar la inexistencia de signos de sobredispersión en la variable objeto de estudio, ya que de ser así, deberíamos utilizar un modelo de Poisson. En segundo lugar, es necesario comprobar si dentro de los modelos de recuento, el ZINB es el que mejor se ajusta a la muestra.

En la *Tabla 23* se puede observar que el valor de la varianza de la variable accesos es 500 veces superior a la media, lo que ya indica la existencia de sobredispersión en su distribución.

		Accesos		
	Percentiles	Menor		
1%	0	0		
5%	0	0		
10%	0	0	Obs	6707
25%	0	0	Total	6707
50%	5		Media	82.61011
		Mayor	Desviación Estándar	206.109
75%	77	2857		
90%	227	2909	Varianza	42480.91
95%	387	3878	Simetría	6.451588
99%	1018	4434	Curtosis	76.9352

Tabla 23. Resumen estadístico de la variable dependiente accesos

Para comprobar si es correcto descartar la distribución de Poisson se presentan a continuación dos test que tienen como objetivo comprobar que es correcto descartar este tipo de modelos. Para ello, en primer lugar estimamos¹¹⁰ la regresión de Poisson (*Tabla 24*) para las variables seleccionadas.

El alto valor que se obtiene en el test de bondad de ajuste χ^2 es otro indicador de la falta de ajuste de la distribución de Poisson para el estudio de la variable *accesos*, ya que el valor 98.1542,7 excede claramente el número de grados de libertad, lo que sugiere la existencia de sobredispersión¹¹¹ (Lindsey, 1999; Sileshi, 2006)

¹¹⁰ Todos los análisis estadísticos han sido realizado con el programa STATA en su versión 10.

¹¹¹ Nótese que en este tipo de modelos el habitual estadístico R^2 no es aplicable debido a la no linealidad de los mismos.

accesos	b	Error estándar	z	P>z	[95% Intervalo de confianza]	
Sexo	-0,0131999	0,002958	-4,46	0,000	-0,0189974	-0,0074023
TitPrevia	0,0043895	0,0047058	0,93	0,351	-0,0048337	0,0136128
OtroAccs	0,0305108	0,006458	4,72	0,000	0,0178532	0,0431683
TRsdnc	-0,1208825	0,0028945	-41,76	0,000	-0,1265555	-0,1152094
PadresEst	0,1880851	0,0032893	57,18	0,000	0,1816382	0,1945319
CdtosMatr	-0,0084537	0,0002585	-32,70	0,000	-0,0089604	-0,0079471
MatMatr	0,1670668	0,0011881	140,62	0,000	0,1647382	0,1693954
NotaAcc	0,3213896	0,0012703	253,01	0,000	0,3188999	0,3238793
Nclausus	0,5363082	0,0034179	156,91	0,000	0,5296093	0,5430072
repite	-0,308777	0,003496	-88,32	0,000	-0,315629	-0,301925
MatCV	20,250942	0,009859	228,31	0,000	2,231619	2,270266
existia	0,6040156	0,0035356	170,84	0,000	0,597086	0,6109451
Matr	-0,0053397	0,0000301	-177,33	0,000	-0,0053987	-0,0052807
creditos	0,0605888	0,0008288	73,10	0,000	0,0589643	0,0622132
anual	0,2177034	0,0049218	44,23	0,000	0,2080568	0,2273501
_cons	-0,4768984	0,0170695	-27,94	0,000	-0,5103541	-0,4434428
Bondad de ajuste de chi2	98.1542,7					
Prob > chi2(6148)	0.0000					

Tabla 24. Resultado de la estimación Poisson

La última prueba que realizamos para descartar la distribución de Poisson se basa en la hipótesis nula que considera al parámetro α de sobredispersión igual a cero. Si no se puede rechazar, la distribución binomial negativa es equivalente a la Poisson.

Para hacer esta comprobación, utilizaremos el Test de ratio de verosimilitud (LR) para la regresión binomial negativa que considera las mismas variables recogidas para el modelo de Poisson presentado en la Tabla 24, obteniendo el resultado $\text{chibar}2(01) = 9.5\text{e}+05$, de donde $\text{Prob} \geq \text{chibar}2 = 0.000$, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula planteada y, por lo tanto a abandonar definitivamente la posibilidad de utilizar la distribución de Poisson para el análisis de la variable *accesos*.

Para corroborar la hipótesis de trabajo que nos hace considerar el modelo ZINB como el que mejor explica el comportamiento de acceso del alumnado de primer curso de la USC al Campus Virtual, compararemos el ajuste de

los modelos binomial negativo (NBRM), de Poisson con ceros aumentados (ZIP) y binomial negativo con ceros aumentados (ZINB) a través de diversos test¹¹², incluyendo el criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de información bayesano (BIC) y el test de Vuong.

Modelo base	Modelo alternativo	Valores de referencia	Valor de selección	Elección		Grado de evidencia
NBRM		BIC= -4843,625 AIC= 7,922		Se prefiere	a	
frente	ZIP	BIC=583.537,533	dif=-5,884e+05	NBRM	ZIP	Muy fuerte
		AIC= 103,360	dif= -95,438	NBRM	ZIP	
frente	ZINB	BIC= -6.348,275	dif= 1504,650	ZINB	NBRM	Muy fuerte
		AIC= 7,661	dif= 0,262	ZINB	NBRM	
		Vuong= 14,559	prob= 0,000	ZINB	NBRM	p=0,000
ZIP		BIC=583.537,533 AIC= 103,360		Se prefiere	a	
frente	ZINB	BIC= -6.348,275	dif=589885,808	ZINB	ZIP	Muy fuerte
		AIC= 7,661	dif= 95,700	ZINB	ZIP	
		LRX2= 5,90e+05	prob= 0,000	ZINB	ZIP	p=0,000

Tabla 25. Comparación de los distintos modelos de recuento

Los resultados obtenidos (Tabla 25) concuerdan con el marco teórico de los modelos de recuento. Al existir sobredispersión los modelos basados en la distribución binomial son más adecuados que los que emplean la distribución de Poisson ya que probablemente existan fuentes no observadas de heterogeneidad que diferencian al alumnado.

Entre las distribuciones basadas en la regresión binomial, la elección del modelo con ceros aumentados (ZINB) está refrendada por los tres test aplicados y, por lo tanto, desde un punto de vista estadístico es la que mejor se ajusta a los datos. Además, desde nuestra experiencia, el ZINB se ajusta a la realidad de los accesos al Campus Virtual: aquellos que pertenezcan al

112 El AIC (Criterio de Información de Akaike) y el BIC (Bayesian Information Criterion), posiblemente sean los criterios de jerarquización de modelos más utilizados en la actualidad. Ambos se derivan del logaritmo de la función de verosimilitud y la regla de decisión es idéntica: se selecciona el que minimiza el AIC o el BIC. Por su parte, el test de Vuong permite comparar modelos no anidados. En Long y Freese (2006) se puede consultar los fundamentos estadísticos de las tres pruebas. Para un análisis en profundidad del test de Vuong, véase Vuong (1989) .

grupo *reacio* no usarán el Campus Virtual, mientras que un estudiante que pertenezca al grupo *no siempre cero* puede no acceder a una determinada asignatura por diversas causas y hacer uso intensivo del Campus Virtual en las demás.

Determinación del modelo de estimación completo

En la *Tabla 26* se presentan tanto los coeficientes de regresión y el nivel de confianza del modelo de regresión binomial negativo con ceros aumentados aplicado a las quince variables seleccionadas como una serie de estadísticos significativos.

Se observa que el proceso de maximización del log verosímil converge ($ll = -23.572,87$) y que el test de ratio de verosimilitud χ^2 nos permite rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes asociados a las variables independientes son simultáneamente igual a cero para el modelo de comportamiento no reacio. Con respecto al tamaño de la muestra (6.164), el ratio con respecto al número de variables nos permite utilizar estimadores máximo verosímiles¹¹³ (ML) y, por lo tanto, utilizar con seguridad los estimadores ML obtenidos.

También se puede rechazar la hipótesis nula que considera el logaritmo natural del parámetro de dispersión ($\ln\alpha$) igual a cero. Este resultado es coherente con el análisis presentado en el punto anterior, ya que una situación de no rechazo de la hipótesis nula implicaría la preferencia por un modelo basado en la distribución de Poisson.

Los coeficientes de regresión se separan en dos bloques diferenciados. El primero de ellos, etiquetado como Modelo de comportamiento no reacio, se corresponde al modelo de regresión binomial negativo para aquel alumnado que está en el grupo no reacio, mientras que el Modelo de pertenencia al grupo reacio hace referencia al modelo binario que predice la pertenencia a este grupo.

113 Si bien no hay un acuerdo en la literatura sobre la cantidad mínima de observaciones necesaria para la utilización de estimadores máximo-verosímiles, el ratio obtenido sobrepasa holgadamente las 10 observaciones por variable que sugiere Scott (1997). Sobre la influencia del tamaño de la muestra en el uso de técnicas ML se puede consultar, entre otros, Hart y Clark (1999).

	Modelo no reacio		Modelo reacio	
Sexo	-0.019		0.185	**
	(-0.41)		(2.96)	
TitPrevia	0.077		0.296	**
	(1.01)		(3.01)	
OtroAccs	0.194		0.388	**
	(1.80)		(2.96)	
TRsdnc	-0.050		0.040	
	(-1.12)		(0.64)	
PadresEst	0.067		-0.413	***
	(1.26)		(-5.04)	
CdtosMatr	-0.004		-0.005	
	(-0.96)		(-0.83)	
MatMatr	0.046	**	-0.212	***
	(2.62)		(-8.51)	
NotaAcc	0.180	***	-0.455	***
	(8.02)		(-12.93)	
Nclausus	0.324	***	-0.380	***
	(6.51)		(-5.65)	
repite	-0.270	***	0.081	
	(-5.30)		(1.21)	
MatCV	1.218	***	-3.474	***
	(7.65)		(-15.66)	
existia	0.459	***	-0.168	*
	(9.00)		(-2.56)	
Matr	-0.005	***	0.002	***
	(-13.97)		(4.41)	
creditos	0.051	***	-0.006	
	(4.24)		(-0.33)	
anual	0.136		-0.113	
	(1.93)		(-1.11)	
_cons	2.521	***	6.292	***
	(9.57)		(16.44)	
Número de observaciones	6164	Lalpha		
de las cuales toman valor 0	2712	_cons	0.455	***
Log Verosímil (II)	-23.572.87		(16.12)	
LR chi2 (10)	893.521			
Estadístico z entre paréntesis.				
Leyenda de significación * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.				

Tabla 26. Modelo completo.

Como se puede observar, no todas las variables son estadísticamente significativas, por lo que haremos un primer ajuste comparando el modelo completo con un modelo alternativo en el que sólo se tendrá en cuenta las variables significativas del primero y la variable sexo, ya que consideramos oportuno mantenerla para la interpretación de los resultados posterior.

Para comparar ambos modelos utilizaremos los criterios de información AIC y BIC¹¹⁴ se recogen en la *Tabla 12*.

Medida	Modelo alternativo	Modelo completo	Diferencia
AIC	7,660	7,661	0,001
BIC	-6.418,853	-6.348,275	72,443

Tabla 27. AIC y BIC del modelo completo vs. modelo alternativo

Al ser los valores de AIC obtenidos son prácticamente idénticos, es necesario utilizar el BIC para establecer la elección del mejor modelo. Bajo este criterio, la diferencia obtenida proporciona una evidencia muy fuerte a favor del modelo que incluía únicamente las variables significativas en cada una de las dos regresiones en la que se descompone el modelo ZINB.

Por último, se ha realizado un segundo ajuste, comparando este modelo alternativo con un modelo que sólo considere como variables para las dos regresiones las halladas significativas para el modelo de comportamiento no reacio, al que denominaremos modelo compacto.

Medida	Modelo alternativo	Modelo compacto	Diferencia
AIC	7,660	7,667	0,007
BIC	-6.418,853	-6.387,832	21,031

Tabla 28. AIC y BIC del modelo alternativo vs. modelo compacto

El valor de AIC tiene un valor similar para los dos modelos, siendo el BIC el que proporciona una evidencia muy fuerte a favor del modelo que hemos venido denominado alternativo y que pasa a ser nuestro modelo de trabajo definitivo.

114 Para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se ha recogido en la *Tabla 12* sólo aquellos referidos a los criterios AIC y BIC calculados internamente por el paquete Spost para STATA. La explicación de las diferencias entre los diferentes métodos de cálculo para estos criterios se pueden consultar en Scott y Freese (2006).

Resultados e interpretación

Modelo de comportamiento no reactio	
accesos	
Sexo	-0,012 (-0,27)
MatMatr	0,034* (2,22)
NotaAcc	0,173*** (8,01)
Nclausus	0,301*** (6,48)
repite	-0,266*** (-5,25)
MatCV	1,152*** (7,31)
existia	0,438*** (8,72)
Matr	-0,005*** (-14,38)
creditos	0,061*** (7,93)
_cons	2,467*** (10,43)
Modelo de pertenencia al grupo reactio	
Sexo	0,195** (3,14)
TitPrevia	0,310** (3,17)
OtroAccs	0,415** (3,17)
PadresEst	-0,426*** (-5,19)
MatMatr	-0,212*** (-10,07)
NotaAcc	-0,494*** (-15,81)
Nclausus	-0,363*** (-5,85)
MatCV	-3,509*** (-15,97)
existia	-0,209*** (-3,33)
Matr	0,002*** 3,97
_cons	6,259*** (17,70)
Inalpha	
_cons	0,460*** (16,38)
Estadísticos	
Número de observaciones	6164
de las cuales toman valor 0	2712
Log Verosimil (II)	-23.588.66
LR chi2 (10)	874,089
Estadístico z entre paréntesis. Leyenda de significación * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001	

Tabla 29. Modelo de trabajo definitivo

La *Tabla 29* presenta los resultados obtenidos para el modelo de trabajo definitivo.

En el modelo de comportamiento no reacio, el valor del test LR (LR $\chi^2(10) = 874,089$; Prob > χ^2) nos permite rechazar la hipótesis nula de la que todos los coeficientes asociados a las variables independientes son simultáneamente igual a cero.

El análisis de la misma hipótesis para el modelo de pertenencia al grupo reacio utilizaremos el test de Wald, siendo el resultado obtenido el recogido en la *Tabla 15*. Como se puede observar, la hipótesis de considerar nulos los coeficientes de las variables consideradas también se rechaza:

Modelo de pertenencia al grupo reacio
$\chi^2(10) = 676,46$
Prob > $\chi^2 = 0.0000$

Tabla 30. Resultado del test de Wald para el modelo de pertenencia al grupo reacio

Interpretación del modelo de pertenencia al grupo reacio

Para la interpretación del modelo, utilizaremos los resultados de la *Tabla 31*, en la que se presentan los coeficientes estimados para el modelo de regresión (b), el valor de z para el test $b = 0$ (z), el valor de p en el z -test ($P > z$), sí como el porcentaje de cambio en la probabilidad de pertenencia por un unitario en X (%), el porcentaje de cambio para un incremento de desviación estándar en X (%StdX) y la desviación estándar de X (SDodX).

Reacios	b	z	P>z	%	%StdX	SDofX
Sexo	0.19516	3.138	0.002	21.6	10.1	0.4949
TitPrevia	0.31015	3.172	0.002	36.4	9.8	0.3006
OtroAccs	0.41502	3.186	0.001	51.4	9.6	0.2209
PadresEst	-0.42613	-5.192	0.000	-34.7	-15.3	0.3901
MatMatr	-0.21231	-10.066	0.000	-19.1	-28.3	1.5686
NotaAcc	-0.49363	-15.806	0.000	-39.0	-43.7	1.1623
Nclausus	-0.36306	-5.846	0.000	-30.4	-16.5	0.4954
MatCV	-3.50859	-15.967	0.000	-97.0	-46.6	0.1790
existia	-0.20887	-3.331	0.001	-18.8	-9.8	0.4923
Matr	0.00163	3.969	0.000	0.2	14.5	83.1597

Tabla 31. Resultados para el modelo de pertenencia al grupo reacio

El signo del coeficiente nos permite observar el sentido de la influencia de cada una de las variables en la probabilidad de pertenencia al grupo reacio. Como se puede observar en la *Tabla 31*, cuatro de ellas influyen positivamente a la hora de pertenecer a este grupo, mientras que las seis restantes favorecen el uso del campus virtual del alumnado.

El primer hecho a señalar es que la probabilidad de pertenecer al grupo reacio es un 21,6% mayor, manteniendo constantes las demás variables¹¹⁵, si se trata de una estudiante. La probabilidad de pertenecer al grupo reacio también se incrementa cuando el acceso al primer curso de la carrera que se cursa no se ha realizado directamente desde el Bachillerato.

En concreto, cuando un estudiante tiene una titulación superior previa, la probabilidad de no acceder nunca al campus virtual se incrementa un 30%. Este hecho creemos que se puede explicar tanto por la mayor edad que tienen estos estudiantes, como por la existencia de hábitos y herramientas de estudio ya experimentados que han demostrado su efectividad para la superación de las materias de una titulación. También los hábitos de estudio desarrollados en la fase formativa previa sea la explicación para la influen-

¹¹⁵ La interpretación de los resultados obtenidos parte del análisis de la influencia de la variable estudiada, lo que hace que siempre se considere que los demás valores se mantengan constantes. Para agillizar la lectura, en adelante no hacemos utilizaremos la expresión “manteniendo constantes las demás variables”, aunque se debe tener siempre presente esta circunstancia.

cia que tiene el haber utilizado otra vía de acceso diferente al Bachillerato en la probabilidad de pertenecer al grupo reacio.

Entre las variables ligadas con la materia, la única que tiene una influencia negativa a la hora de usar el campus virtual es el número de matriculados en la materia, ya que un incremento de una desviación estándar en el logaritmo de matriculados en una materia incrementa la posibilidad de pertenecer al grupo reacio un 46,9%.

Los factores personales que influyen positivamente al uso del campus virtual son el provenir de una familia con estudios superiores, la nota de acceso, el cursar una titulación con límite de plazas, el número de materias en las que el estudiante está matriculado y el grado de virtualización de su matrícula. Si alguno de los progenitores posee estudios superiores, la probabilidad de pertenecer al grupo reacio se reduce un 34,7%, mientras que el seguir una carrera con límite de plaza hace que esta reducción alcance el 30,4%.

Si bien estos efectos son importantes, hay que resaltar que los principales factores a los que apunta nuestro estudio son la nota de acceso y el grado de virtualización de la matrícula del estudiante.

El primero de ellos parece indicar que aquel alumnado que ha obtenido un mayor rendimiento en el curso previo a su entrada en la universidad está más dispuesto a emplear en su proceso de aprendizaje todas las herramientas que se ponen a su alcance. Así, por cada incremento de una desviación estándar en el logaritmo de la nota de acceso, la probabilidad de pertenecer al grupo reacio descende un 43,7%, lo que está en línea con lo recogido en la literatura sobre el influjo de esta variable en el rendimiento académico.

La influencia positiva del grado de virtualización apunta hacia la existencia del ya citado efecto contagio¹¹⁶ en la incorporación de las TIC en el proceso educativo y la importancia que este tiene para el éxito de iniciativas similares al Campus Virtual de la USC, ya que por cada incremento de una desviación estándar en el logaritmo del ratio de virtualización de la matrícula que cursa el estudiante, la probabilidad de pertenecer al grupo reacio descende un 46,6%.

116 Esta línea de investigación ha sido abordada, en una primera instancia y desde el punto de vista de los docentes, en Canay y Álvarez (2004) y se profundizará en un futuro.

En cuanto a los factores asociados a la materia, como cabía esperar, y también relacionado con la existencia del efecto contagio, la presencia previa de la misma en el Campus Virtual incrementa la probabilidad que sea visitada su aula virtual. En concreto, el análisis realizado indica que esta circunstancia casi duplica (81,2%) la probabilidad de que el estudiante matriculado en la misma no pertenezca al grupo reacio.

Interpretación del modelo de comportamiento del grupo no reacio

La interpretación de modelo de comportamiento de los alumnos no reacios se realizará a través de los resultados recogidos en la tabla 32, en la que se presentan los coeficientes estimados para el modelo de regresión (b), el valor de z para el test $b=0$ (z), el valor de p en el z-test ($P>z$), así como el porcentaje de cambio en el número de accesos esperados por un incremento unitario en X (%), el porcentaje de cambio en el número de accesos esperados por un incremento de una desviación estándar en X (%StdX) y la desviación estándar de X (SDodX)

accesos	Coeficiente	z	P>z	%	%StdX	Desviación estandar
Sexo	-0,01235	-0,273	0,785	-1,2	-0,6	0,4949
MatMatr	0,03399	2,223	0,026	3,5	5,5	1,5686
NotaAcc	0,17350	8,014	0,000	18,9	22,3	1,1623
Nclausus	0,30118	6,476	0,000	35,1	16,1	0,4954
repite	-0,26610	-5,245	0,000	-23,4	-11,6	0,4628
MatCV	1,15193	7,315	0,000	216,4	22,9	0,1790
existia	0,43770	8,725	0,000	54,9	24,0	0,4923
Matr	-0,00517	-14,384	0,000	-0,5	-34,9	83,1597
creditos	0,06068	7,934	0,000	6,3	22,2	3,3000
In alpha	0.48160					
alpha	1.61867	SE(alpha) = 0.04604				

Tabla 32. Resultados para el modelo de comportamiento del grupo no reacio

Empezaremos nuestro análisis señalando que, al contrario que en el grupo anterior, la variable sexo no se puede considerar estadísticamente significativa. Sin embargo, es interesante de reseñar esta ausencia de sig-

nificación, ya que la brecha digital que, aparentemente, se vislumbra para el modelo de pertenencia al grupo reaccio desaparece una vez que la estudiante decide usar el campus virtual¹¹⁷.

En cuanto a los signos de los coeficientes, una primera aproximación nos permite observar que estos se comportan de una forma coherente.

Empezando por aquellas variables que influyen de forma negativa en el uso del campus virtual por parte del alumnado no reacio, nos encontramos con que se obtiene este resultado para dos de ellas, una en cada grupo de características.

En el aspecto personal, ser repetidor disminuye la probabilidad de ser usuario del campus virtual. Este hecho es coherente con lo que nuestra práctica docente ha detectado a lo largo de estos años: los alumnos que repiten una materia tiene tendencia a no implicarse en exceso en el desarrollo del curso durante las siguientes matrículas. Para la muestra utilizada, el hecho de repetir el estudio de una matrícula implica un descenso del 23,4% en los accesos del alumnado.

Desde el punto de vista de las materias, aquellas que se organizan en grupos con un gran número de estudiantes se ven penalizadas en número de accesos que realiza el alumnado. En concreto, por cada desviación estándar en el número de matriculados, el descenso en la cantidad esperada de accesos es del 34,9%. En este caso, la desmotivación que se detecta a la hora de asistir a la clase presencial es posible que se traslade al ámbito virtual.

En cuanto a los efectos positivos, destaca que, al igual que para la determinación de la pertenencia al grupo reacio, los factores más influyentes son la nota de acceso y el grado de virtualización de la matrícula del estudiante. El acceso esperado a las aulas virtuales se incrementa un 18,9% por cada punto que se incrementa la nota de acceso, mientras que el incremento de una desviación estándar en el logaritmo del ratio de virtualización, aumenta los accesos esperados un 22,9%.

Para la variable *materias* se ha de tener en cuenta que, si bien durante el primer curso el alumnado tiene poca libertad a la hora de seleccionar su matrícula, la variabilidad en el número de materias que la componen

117 Esta línea de investigación sobre la influencia del género en la actitud de el alumnado antes las TIC en la docencia se intentará desarrollar en un futuro.

es amplia, yendo desde las 7 materias que se han de realizar en el primer curso de la licenciatura de Pedagogía hasta 14 materias que se deben cursar en Ingeniería Química. Por ello, el pequeño efecto positivo que el número de accesos del alumnado a una materia en concreto parece coherente con la idea de que una vez que un sujeto está dispuesto a utilizar el Campus Virtual, lo haga en todos los casos en los que esta posibilidad le es dada.

La influencia positiva de la carga horaria de la materia en el uso del Campus Virtual se puede explicar desde la experiencia docente: los alumnos tienen tendencia a dedicar más esfuerzo a las materias “largas” que a las “cortas”.

Por último, la existencia previa en el Campus Virtual de la materia favorece el acceso a la misma del alumnado, ya que el incremento esperado en el número de accesos es del 54,9%. Este resultado vuelve a indicar la existencia de un efecto contagio cuyo estudio en profundidad debería de ser abordado en un futuro.

Resultados por Campus y áreas

Una vez establecido un modelo global que permite explicar parte de los factores que influyen en el número accesos de un estudiante matriculado únicamente en primero, el presente proyecto de investigación se cierra con su aplicación a las distintas áreas y campus.

Es importante tener presentes los resultados presentados en la caracterización de la muestra (en especial las *Tablas 4 a 8*). Como ya se ha manifestado previamente, la muestra no es homogénea entre los campus y las áreas, ya que el grado de penetración del Campus Virtual no es idéntico en todas ellas.

Las *Tablas 33 y 34* presentan los resultados obtenidos.

Variable	Santiago	Lugo	Conjunto
Modelo de comportamiento no reacio			
Sexo	-0,055	0,029	-0,012
MatMatr	0,089***	-0,092*	0,034*
NotaAcc	0,114***	No significativo	0,173***
Nclausus	0,144*	0,308***	0,301***
repite	-0,280***	-0,320***	-0,266***
MatCV	1,830***	No significativo	1,152***
existia	0,347***	0,439***	0,438***
Matr	-0,006***	-0,013***	-0,005***
creditos	0,098***	No significativo	0,061***
_cons	2,214***	6,242***	2,467***
Modelo de pertenencia al grupo reacio			
Sexo	0,325***	No significativo	0,195**
TitPrevia	0,344**	0,408*	0,310**
OtroAccs	0,610***	0,086	0,415**
PadresEst	-0,546***	-0,355*	-0,426***
MatMatr	-0,318***	-0,339***	-0,212***
NotaAcc	-0,570***	-0,493***	-0,494***
Nclausus	-0,264**	-0,627***	-0,363***
MatCV	-6,608***	-5,601***	-3,509***
existia	No significativo	-0,655***	-0,209***
Matr	0,004***	-0,014***	0,002***
_cons	8,029***	10,290***	6,259***
Inalpha			
_cons	0,556***	0,214***	0,465***
Estadísticos			
Número de observaciones	4270,000	1894,000	6164,000
de las cuales toman valor 0	1951,000	761,000	2712,000

Tabla 33. Resultado del modelo por Campus

Variable	Ciencias de la Salud	Ciencias Experimentales	Enseñanzas Técnicas	Humanidades	Ciencias Jurídicas y Sociales	Modelo Global
Modelo de comportamiento no reacio						
Sexo	-0,025	-0,053	-0,045	-0,688*	-0,085	-0,012
MatMatr	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo	-0,237***	0,034*
NotaAcc	No significativo	No significativo	0,218***	No significativo	No significativo	0,173***
Nclausus	No significativo	No significativo	0,471***	<i>colinealidad</i>	0,218*	0,301***
repite	-0,427**	-0,358**	-0,350***	No significativo	-0,242*	-0,266***
MatCV	No significativo	8,141***	No significativo	No significativo	No significativo	1,152***
existia	No significativo	1,208***	0,796***	<i>colinealidad</i>	0,600***	0,438***
Matr	No significativo	-0,008***	0,008*	No significativo	-0,006***	-0,005***
creditos	0,083***	-0,595***	0,115***	No significativo	No significativo	0,061***
_cons	3,501	4,929***	1,443	13,698*	6,253***	2,467***
Modelo de pertenencia al grupo reacio						
Sexo	No significativo	No significativo	0,816***	No significativo	0,272**	0,195**
TitPrevía	No significativo	1,066**	No significativo	No significativo	No significativo	0,310**
OtroAccs	No significativo	2,062**	No significativo	No significativo	No significativo	0,415**
PadresEst	-0,388*	No significativo	No significativo	No significativo	-0,544***	-0,426***
MatMatr	-0,524*	-0,919***	-0,374***	No significativo	-0,080*	-0,212***
NotaAcc	-0,251*	-0,698***	No significativo	-0,717**	-0,370***	-0,494***
Nclausus	No significativo	-1,155***	-1,309***	<i>colinealidad</i>	0,399***	-0,363***
MatCV	No significativo	-16,257***	No significativo	-16,459***	-5,233***	-3,509***
existia	-1,157***	No significativo	0,502**	No significativo	No significativo	-0,209***
Matr	No significativo	0,013***	No significativo	No significativo	0,003***	0,002***
_cons	7,653**	16,129***	0,968	16,415**	4,342***	6,259***
Inalpha						
_cons	0,417***	0,179*	0,027	-0,056	0,569***	0,465***
Estadísticos						
Número de observaciones	1.117	767	1.453	143	2.684	6164
de las cuales toman valor 0	438	285	292	95	1602	2712

Tabla 34. Resultado del modelo por áreas

Modelo por Campus

El modelo de pertenencia al grupo reacio parece que se ajusta bien para los dos Campus en los que se divide la USC, si bien en el Campus de Lugo son dos las variables no significativas, mientras que *Matr* presenta un signo contrario al modelo general. Este resultado se tiene que observar a la luz de los datos del área de Enseñanzas Técnicas, que representa el 60% de la oferta de curso en el campus lucense, recogidos en la *Tabla 34*, ya que esta arroja un resultado no significativo.

En el caso del Campus compostelano, en el modelo de pertenencia al grupo reacio la única variable no significativa es la que refleja la existencia previa de la materia en el Campus Virtual.

Esta circunstancia se puede explicar a través de dos aproximaciones complementarias. La primera surge a través de la observación de los resultados de *Tabla 34*, según los cuales esta variable tampoco es significativa para el área de ciencias experimentales, sólo presente en este campus, y el de ciencias jurídicas y sociales, mayoritario en titulaciones y alumnos. La segunda explicación, que ayuda a comprender también el resultado parcial de las áreas, tiene su origen en nuestra experiencia como gestor del campus virtual de la USC: la forma habitual en la que se produce la presencia en el Campus Virtual de las titulaciones en estas áreas es a través de los cursos intermedio-altos, siendo los de primer curso los últimos en incorporarse al mismo.

El modelo de comportamiento no reacio tiene un ajuste perfecto para el campus de Santiago, ya que todas las variables son significativas y mantienen el signo de influencia que marca el modelo global.

En el Campus lucense encontramos con variables no significativas y un cambio de signo para la variable *MatMatr*. Este resultado, al igual que el caso de la variable *Mtr* para el modelo de pertenencia, coincide con la no significatividad de la variable para el área de las Enseñanzas Técnicas.

Modelo por áreas

En el ajuste del modelo a las diversas áreas de conocimiento se hace más evidente la importancia de tener una muestra lo más amplia posible. La mejor muestra de esta situación es el caso del área de Humanidades. Como se observa en la *Tabla 34*, el modelo presenta para esta área colinealidad en tres casos y en otros trece, el coeficiente no es significativo. También es significativo la ausencia de significación del test $\ln\alpha$.

El tamaño de la muestra también parece penalizar el ajuste del modelo para el área de Ciencias Experimentales y el Ciencias de la Salud. Sin embargo, para el caso de Ciencias de la Salud, también es necesario tener en cuenta las características de las titulaciones incluidas en esta área.

Así, todas ellas tienen un número clausus, con una nota de acceso elevada, lo que puede ayudar a explicar la no significatividad de las variables directamente relacionadas con estos aspectos. Además, desde el punto de

vista de las materias, como se puede observar en las *Tablas 9 y 10*, salvo en el caso de la licenciatura de Veterinaria, las titulaciones son de reciente implantación en el Campus Virtual, lo que unido a la distribución de las materias por campus y área y la distribución del alumnado por campus y área reflejadas en las *Tablas 21 y 22* nos da un cierto soporte para considerar que la implantación de las aulas virtuales en esta área todavía está en su fase incipiente.

Para el caso de las Ciencias Jurídicas y Sociales, todo parece indicar que el ajuste del modelo se ve penalizado tanto por la gran concentración de aulas virtuales en las titulaciones del ámbito de la economía como por la heterogeneidad de los estudios que se encuadran en esta categoría.

Por último, para las Enseñanzas Técnicas, los ocho resultados no significativos pueden ser debidos a una causa diferente a las vistas hasta el momento. Al no poder rechazar la hipótesis nula que considera el logaritmo natural del parámetro de dispersión ($\ln\alpha$) igual a cero, ya que el resultado obtenido no es significativo, nos debemos plantear la distribución de Poisson como la generatriz de los accesos.

Este hecho, que en principio parece contradictorio con lo defendido hasta el momento, no debe ser considerado una anomalía en el modelo presentado, sino como una corroboración de parte de nuestro planteamiento inicial: la generalización en el uso puede disminuir drásticamente el número de reacios.

Así, Enseñanzas Técnicas presenta el nivel de uso más alto del campus virtual: de las 1.453 observaciones estudiadas, el 80% tienen un valor distinto de cero, frente al valor de un 48% para el resto de las áreas (excluida Enseñanzas Técnicas).

Por lo tanto, la presencia de estudiantes reacios en esta área es inferior a la observada en el resto de la Universidad y debe ser analizada¹¹⁸, para esta área concreta, a través de otro modelo que se adecue a esta realidad. Esta idea se ver reforzada si se tiene en cuenta sólo el modelo de comportamiento no reacio, ya que en él son dos las variables no significativas, frente las seis del modelo de pertenencia.

118 Para abordar este problema consideramos que es necesario tener más datos para poder analizarlo adecuadamente, por lo que lo abordaremos en un trabajo posterior.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y reflexiones

Con el presente estudio se ha pretendido aportar algunas evidencias empíricas que ayuden en el complejo debate en torno a cómo influye la utilización de herramientas de formación en línea y la aceptación de las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la enseñanza superior, una vez que la gran mayoría de las universidades presenciales españolas han apostado a lo largo de la última década por la puesta en marcha, a través de la instalación de entornos virtuales de enseñanza, de su Campus Virtual.

En concreto, nos interesaba estudiar cuáles son los elementos que favorecen (o frenan) el uso del Campus Virtual entre el alumnado, como paso previo necesario para poder abordar en un futuro su influencia en el rendimiento académico de los mismos y por ello establecimos como objetivo identificar algunos de los factores que afectan al acceso del alumnado a las materias presentes en el Campus Virtual.

Nuestro análisis empírico se materializó en la matrícula de primer curso para el año académico 2005-2006 en la Universidad de Santiago de Compostela, utilizando para ello el modelo de regresión de recuento más adecuado a la naturaleza de los datos disponibles.

Una vez realizado este análisis, el último paso de este trabajo debe ser el establecer un conjunto de conclusiones (y de reflexiones) sobre los resultados obtenidos para lo cual retomaremos los tres papeles del docente universitario que, como habíamos expuesto en la introducción, nos llevaron a iniciar el programa de investigación en el que se enmarca este trabajo.

Como docente, a la vista de los resultados obtenidos en el modelo de trabajo, son cuatro los aspectos que creemos que se deben tener en cuenta a la hora de hacer atractivo el acceso a aquellas personas que se muestran reacias al uso de la tecnología:

1º) Tamaño del grupo. Como se ha visto, esta variable penaliza el acceso al campus virtual en una doble vía: por un lado influye positivamente a la hora de establecer la probabilidad de pertenencia al grupo reacción mientras que aquellos que están dispuestos a usar el Campus Virtual, lo hacen en menor medida cuando el grupo es grande.

Si bien este problema no tiene una solución sencilla y, como en todo caso, está fuera de la capacidad decisoria del docente la potestad de establecer grupos docentes presenciales más pequeños, consideramos que algunas de las herramientas que facilitan los entornos virtuales de enseñanza pueden favorecer el interés del alumnado en la materia. Así, la articulación de grupos de trabajo o el empleo de herramientas de comunicación asíncronas como los foros pueden ser vías para atraer al aula virtual de la materia (y por lo tanto, a los contenidos de la misma) a un alumnado que está optando por no asistir a clase

2º) Alumnado repetidor. Si bien aquellas personas que están cursando por segunda vez la materia no parecen ser reacios en el uso del Campus Virtual, su comportamiento en él parece ser el que hemos detectado en su actuación presencial: cuando aparece, lo hace poco y, normalmente, desmotivado.

Esta desconexión con el desarrollo de la materia es un hecho que nos preocupa desde hace tiempo y, aunque estamos convencidos que los factores que subyacen en este comportamiento son de diversa naturaleza, una vez más creemos que el uso de determinadas herramientas, como pueden ser las de autoevaluación y, sobre todo, la posibilidad de ofrecer un espacio de herramientas pedagógicas que, de una forma que no pueda considerar ofensiva este tipo de estudiantes, les haga llegar un conjunto de recomendaciones que les permitan corregir, si así lo desean, los errores más comunes a la hora de planificar el estudio de la materia con el objetivo de ayudarles a corregir esta situación.

3º) Grado de virtualización de la titulación. En los resultados obtenidos, el grado de virtualización de la matrícula cursada juega un papel importante en la generalización del uso del Campus Virtual por parte

del alumnado, ya que, por un lado, disminuye sustancialmente la probabilidad de pertenecer al grupo reacio y, por el otro, incrementa el uso del mismo entre los miembros del grupo no reacio. Como docente convencido de la utilidad de esta herramienta para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, este resultado parece indicar la existencia de un efecto contagio por el cual, a mayor número de materias presentes en el Campus Virtual, mayor va a ser, a priori, el uso que, en cada una de ellas, hagan del mismo las personas que lo han incorporado a su proceso formativo.

Este resultado invita a actuar como agente de cambio ante las actitudes más reticentes dentro del cuerpo docente, ya que permite argumentar la utilidad percibida por parte del alumnado de la herramienta que la USC pone a su disposición.

4º) Existencia previa en el Campus Virtual. Al igual que para el caso anterior, los resultados obtenidos para esta variable nos permitirán apoyar la defensa de los beneficios del Campus Virtual ante aquellas personas más reticentes en el PDI, ya que refuerza la idea intuitiva (y avalada por la experiencia docente) de la necesidad de un rodaje a la hora de obtener todo el potencial de cualquier innovación docente

Como gestor del Campus Virtual las conclusiones obtenidas van más allá del resultado empírico obtenido, ya que afecta a aspectos organizativos de la institución.

5º) Problemática en las bases de datos existentes. En el desarrollo de nuestro trabajo de investigación nos hemos encontrado con una serie de dificultades relacionadas con la diversidad de bases de datos existentes en la Universidad de Santiago de Compostela.

El primero de ellos está relacionado con la diferente codificación que se emplea, en ocasiones, para registrar un mismo valor. Quizá el ejemplo más claro sean los problemas derivados del registro del D.N.I (o documento asimilado) del alumnado, ya que las diferencias de codificación llevaron a tener que generar un script que solventase el problema que solventase el resultado FALSO en la comparación entre el valor "05312067-X" en la base de datos A y el valor "5312067-x" en la base de datos B.

El segundo de ellos es, en nuestra opinión, más grave, ya que hace referencia a la imposibilidad de obtener el valor para determinadas va-

riables que, en buena lógica, deberán estar recogidas en el expediente académico de cualquier persona matriculada en la USC, como por ejemplo la nota de acceso a la universidad.

Estamos convencidos que la USC tiene ese registro, pero la experiencia obtenida en la realización de este trabajo nos indica que no está disponible de una forma sencilla para aquellos que se matricularon por primera vez antes del curso académico 2005-2006.

Nuestra reflexión en este aspecto, y como gestor, nos lleva a considerar que es urgente abordar un proceso de estandarización y centralización de las bases de datos existentes, lo que redundará, sin duda, en una mejor gestión de la información de la entidad y en un incremento del conocimiento que sobre la realidad de la misma se puede obtener a través de procesos como puede ser el data mining.

6º) Las conclusiones 3 y 4 no las podemos dejar de un lado como gestor, ya que apuntan hacia la idoneidad de la línea de actuación seguida por la institución para potenciar el uso del Campus Virtual, articulada hasta ese momento en un amplio programa de formación para su cuerpo docente.

Creemos que si el personal docente percibe (o se le puede facilitar información que apoye) la existencia una respuesta positiva por parte del alumnado, aumentará la probabilidad de que adopte su uso.

Además, el efecto positivo de la existencia previa creemos que puede potenciar que el tipo de uso que se da al entorno virtual de aprendizaje sea cada vez más avanzado (entendido como avance, siguiendo la tipología presentada, el cambio de una presencia inexistente o trivial a una apoyada en el web, o de esta a una materia dependiente de la web) .

7º) El análisis descriptivo realizado sobre la evolución del comportamiento del Campus Virtual por titulaciones y Campus pone de manifiesto la importancia de enfocar parte de las acciones de potenciación del uso del mismo a nivel de titulación y de centro. La puesta en marcha de comunidades de prácticas o de cursos de formación enfocados a las peculiaridades pedagógicas de los estudios en cuestión se vislumbran como actuaciones a potenciar en un futuro cercano.

8º) El análisis empírico realizado apunta a la necesidad de plantearse la necesidad de realizar campañas de potenciación del uso del Campus Virtual entre el alumnado desde una perspectiva de género, ya

que parece existir una mayor reticencia por parte de la alumnas a la hora de utilizarlo. Esta situación es especialmente preocupante si se tiene en cuenta que forman el grupo mayoritario en la práctica totalidad de las titulaciones

El papel de investigador nos ofrece dos conclusiones que deben ser destacadas:

9º) La potencialidad de los modelos de regresión analizados. El modelo lineal generalizado se presenta como una herramienta con un gran recorrido en el campo de investigación en el que estamos trabajando, siendo más apropiado que las aproximaciones realizadas únicamente a través de modelos de regresión lineal, el cual, si bien son los más extendidos, son un subtipo del modelo generalizado.

En concreto, los modelos de regresión de recuento son los más adecuados cuando se estudia un evento que toma valores discretos. Como hemos indicado en más de una ocasión, la elección del modelo ZINB, de entre todos los disponibles, se debe, fundamentalmente, a su ajuste con la realidad del fenómeno que se estaba analizando, hecho que se ve refrendado por su mejor ajuste estadístico.

10º) Como era de esperar, a lo largo de nuestro trabajo nos hemos encontrado con nuevas líneas investigación que deberemos afrontar dentro de la etapa de Antecedentes, centrada en el acceso al Campus Virtual, de nuestro programa de investigación.

Destacamos las líneas vinculadas con la influencia del género en la actitud del alumnado antes las TIC, los factores que generan los posibles efectos contagio en el comportamiento de docentes y discentes o aquellos que influyen en la presencia de materias en el Campus Virtual, ya que son las que se presentan como prioritarias por su relación con las responsabilidades de gestión que estamos desempeñando en la actualidad.

Para terminar, dedicamos el último párrafo de nuestro trabajo al programa de investigación en el que se enmarca:

El esfuerzo que desde las Universidades se está haciendo para incorporar las TIC a su proceso diario es intensivo en capital y recursos humanos, por lo que consideramos que el empleo de técnicas estadísticas y econométricas puede incrementar las fuentes de datos disponibles para los gestores universitarios, facilitado su proceso de toma de decisiones. Los resultados

en nuestra primera aportación nos reafirman en la oportunidad e interés del programa planteado y nos anima a seguir trabajando en esta vía.

Fiat.

Apéndice

En este apéndice presentamos una serie de información adicional sobre el proceso de realización de nuestro trabajo. Se ha dividido en tres partes:

- *Base de datos*, donde exponemos, brevemente, el proceso de creación de la base de datos de trabajo y los problemas encontrados durante el proceso,
- *Script*, donde se muestra un ejemplo de los programas que hemos elaborado para el tratamiento de la información disponible en el CeTA,
- *Ejemplos*, donde se muestran algunos de los valores de los campos facilitados por Xescampus y el resumen de las variables que conforman la base de datos de trabajo.

Bases de datos

Elaboración

El proceso de creación de la base de datos de trabajo utilizada para la realización del estudio empírico se realizó en cuatro fases.

En la primera de ella, elaboramos¹ una base de datos en la que se recogía para cada una de las personas matriculadas en la USC en el año 2005-2006 el número de veces que había accedido al Campus Virtual. Para ello empleamos tres fuentes de datos: los registros del servidor web en el que se aloja el entorno virtual de enseñanza WebCT, la estructura de ficheros de WebCT y la base global matrícula² del CeTA utilizando como campo de unión el identificador de usuario (`id_webct`). Terminado este proceso, la base de datos resultante reflejaba para cada usuario registrado en el Campus Virtual, en número de veces que había accedido a cada una de las materias en las que estaba matriculado y existía un aula virtual.

Una vez creada la base de datos, se envió a Xescampus³, entidad encargada de la gestión las bases de datos de gestión académica de la USC, donde se realizó el cruce de datos entre nuestra base de datos y los registros académicos y de contexto de cada sujeto. De esta forma, la base de datos resultante contenía tanto los valores relativos al uso del campus virtual como datos relativos al rendimiento académico (en el curso de entrada en la USC y en el curso de referencia) y del contexto socioeconómico para la totalidad de la matrícula.

La tercera fase consistió en la anonimización de la base de datos, ya que por el carácter personal de la información facilitada se debía garantizar el anonimato de la información que se nos facilitaba. Este proceso se realizó en Xescampus y una vez concluido se nos hizo entrega de la base de datos conjunta.

La última fase consistió en hacer un análisis de los datos disponibles, para comprobar la bondad de los mismos para el estudio planteado utilizando las herramientas descriptivas del programa STATA, creando tras ello la base de datos de trabajo.

-
- 1 Queremos agradecer la ayuda de Gloria Presedo Díaz, del Área TIC de la USC su ayuda a la hora de elaborar y perfeccionar los *scripts* necesarios para procesar los registros del servidor apache y el sistema de archivos de WebCT.
 - 2 Esta base contiene únicamente un identificador de usuario, el nombre completo y los códigos de matrícula de las materias que cursa.
 - 3 Queremos agradecer a Xosé Antonio Rubal López, de Xescampus, su ayuda y paciencia en el proceso de elaboración de la base de datos.

Problemas detectados

El principal problema encontrado, ya que limitó el ámbito de estudio, fue la dificultad obtener valores en todas las variables para todos los registros. Este hecho, habitual en muchos estudios en el campo de las Ciencias Sociales, ocurría tanto en las variables de contexto como con determinadas variables académicas.

Si la inexistencia de determinados valores entre las primeras se explica fácilmente en el carácter voluntario del formulario⁴ a partir del cual se obtiene los valores correspondientes y se puede considerar normal, no lo es tanto el caso de las variables académicas, ya que, en principio, es de esperar que este tipo de información esté disponible por la unidad encargada de su gestión.

Sin embargo, el análisis de la base de datos conjunta constató la imposibilidad de conocer la nota de acceso a la universidad de gran parte del alumnado matriculado por primera vez en la USC antes del curso académico 2005-2006, lo que nos llevó a limitar nuestro estudio a aquellos que se matriculaban sólo en materias de primer curso en el año 2005-2006.

También encontramos a lo largo de la primera fase un conjunto de problemas derivados de la utilización de distintos sistemas de codificación para el mismo dato o de coherencia entre las distintas fuentes de datos.

Este tipo de problemas son molestos, por consumir mucho tiempo en su detección y corrección, pero han sido, en este caso, relativamente sencillos de solventar gracias a la colaboración del personal del CeTA a quienes queremos, una vez más, hacer llegar nuestro agradecimiento.

Scripts

A continuación se presenta parte⁵ del script utilizado para asignar a cada id de WebCT el número de accesos que ha realizado en cada materia.

4 Este formulario se cubre en el momento de realización de matrícula. Desde Xescampus nos manifestaron la existencia de dos problemas: la reticencia a cubrir determinados campos y la falta de actualización de un curso para otro.

5 Se ha suprimido parte del código, al considerar que puede comprometer (a fecha de hoy) la seguridad de la instalación.

La sintaxis del programa es:

`alumnos.sh` *fuentes-de-datos*

y devuelve un fichero de texto, al que se denomina `fuentes-de-datos_final.txt`, como resultado del proceso.

```
#!/bin/sh
# -----
# alumnos.sh fichero [fichero ...]
#
# FUNCION: Obtiene el numero de accesos en un curso Webct.
# VALOR DE RETORNO:
#   * 0 => OK.
#   * >0 => Hubo algún problema.
# -----
# Definición de constantes.
# -----
NOMBRE_PROGRAMA=alumnos.sh
#Ruta de webct
PATHWEBCT=""
# Errores
CR_OK=0
CR_USO=1
CR_FICHERO=2
# -----
# Funciones.
# -----
ImprimirMensajeError ()
# -----
# FUNCION: Imprime el mensaje de error $1 en el estándar error.
# -----
{
    case $1 in
        $CR_USO)
            echo "Uso: $NOMBRE_PROGRAMA fichero [fichero ...]" 1>&2;;
        $CR_FICHERO)
            echo "No se puede leer o escribir en $2" 1>&2;;
        esac
    }
VerificarSintaxis ()
# -----
# FUNCION: Comprueba que la sintaxis de llamada es correcta.
# -----
{
    if [ $# -eq 0 ]; then
        ImprimirMensajeError $CR_USO
        exit $CR_USO
    fi
}
# -----
# Programa principal.
```

```
# -----
# Verificar sintaxis de invocación.
VerificarSintaxis "$@"
# Inicializar variables.
error=0
EXT=.txt
# Procesar ficheros.
for i
do
    ARCH _ TEXTO=$i
    AUX=${ARCH _ TEXTO%.*}
    SALIDA=$AUX" _ final"$EXT
    cat $ARCH _ TEXTO|while read LINE;
    do
        # Obtención del id de Webct del usuario y del curso.
        ID=`echo $LINE|awk -F, '{print $2}'`
        CURSO=`echo $LINE|awk -F, '{print $9}'`

        # Variable: archivo donde Webct almacena los accesos de un
        usuario a un curso.
        ACCESS _ LOG=$PATHWEBCT" "
        if [ ! -e $ACCESS _ LOG ];then

            # El usuario no ha accedido al curso, por tanto las
            variables

            # son todas iguales a cero.
            NUMACCESOS=0;
        else
            # Cálculo: Número de accesos al curso de un usua-
            rio.

            NUMACCESOS=$(wc -l $ACCESS _ LOG|cut -f1 -d' ')
            fi

            # Salida de datos: En el archivo de salida se imprime la
            correspondiente línea de

            # entrada y las nuevas variables.
            echo $LINE","$NUMACCESOS" >>$SALIDA
        done
    done
done

exit $error
```

Ejemplos

Variable *tipo_de_residencia*:

Código	Tipo_Residencia
05	Casa particular
03	Colexio Maior / SUR
01	Domicilio parentes
02	Domicilio propio
04	Hotel ou pensión
07	Outros
06	Piso de alugueiro

Variable *Estado_civil*:

Código	Estado_Civil
Cas	Casada/o
D	Divorciada/o
Sep	Separada/o
Sol	Solteira/o
V	Viuva/o

Conjunto de variables, base de datos de trabajo

Nombre de la variable	Observaciones	Etiqueta
id_alumno	6707	Id_Alumno
centro_cod~o	6707	Centro_Codigo
centro_nome	6707	Centro_Nome
plan_codigo	6707	Plan_Codigo
plan_nome	6707	Plan_Nome
materia_co~o	6707	Materia_Codigo
materia_nome	6707	Materia_Nome
caracter	6707	Carácter (troncal, obligatoria...)

rexime_con~a	6707	Rexime_Convocatoria
ultima_con~a	6707	Ultima_Convocatoria
numero_mat~s	6707	Numero_Matriculas
convocator~s	6707	Convocatorias_Consumidas
sexo	6707	Sexo
estado_civil	6164	Estado_Civil
titulacion~a	6164	Titulacion_Universitaria
outro_acce~e	6164	Outro_Acceso_Universidade
profesion_~o	6164	Profesion_Codigo
tipo_resid~e	6164	Tipo_Residencia_Curso_Nombre
opcion_acc~o	3782	Opcion_Acceso
Cod_CV	6707	Código_Campus_Virtual
accesos	6707	
nota_media~e	6677	
creditos	6707	Número de Créditos de la materia
NotaAcc	6707	Nota de acceso
curso	6707	
areas_cono~o	6707	Área de conocimiento
campus	6707	
PadresEst	6707	Padre o madre con estudios universitarios
periodo_do~a	6707	Periodo Docencia
CdtosMatr	6707	número créditos matriculados
MatMatr	6707	número de materias matriculadas
profes~padre	6707	profesión padre
profes~madre	6707	profesión madre
existia	6707	Existía en 2004
Matr	6707	Matriculados en la materia
Sexo	6707	Sexo
TitPrevia	6164	Titulación superior previa
OtroAccs	6164	Acceso diferente a Bachillerato
Tipo_Resid~o	6164	Tipo_Residencia_Curso_Nombre
Nclausus	6707	Titulación con límite de plazas
repite	6707	Matriculado previamente
anual	6707	Materia anual
TRsdnc	6164	Tipo de residencia
MatCV	6707	ratio de materias en el CV

Bibliografía

- Abramowitz, M., y David, P. (1996). Technological change and the rise of intangible investments: the US economy's growth path in the twentieth century. En D. Foray y B. Lundvall (Eds.), *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*. París: OCDE.
- Aitken, N. (1982). Colleague students performance, satisfaction and retention. *Journal of higher education* 53(1), 32-50.
- Allen, M. (2005, 11/10/2006). What role for the Australian government in broadband policy?, disponible en <http://www.newmatilda.com/policytoolkit/policydetail.asp?PolicyID=111>.
- Altbach, P. C. (1999). Comparative perspectives on private Higher education En P. C. Altbach (Ed.), *Private Prometheus. Private higher education and development in the 21st century*. Westport: Greenwood Press.
- Altenpohl, D. G., y Lohmar, U. (1986). 'Informatization' of Industry and Society: The Third Industrial Revolution. *International Journal of Technology Management*, 1(3), 327-341.
- ANECA. (2004). *Los españoles y la Universidad. Primera encuesta nacional sobre la imagen pública del sistema universitario español*. Madrid: ANECA.
- Applegate, L. (1996). *Corporate information systems management : text and cases*. Chicago: Irwin.

- Aprea, G. (2002). La sociedad, información y el conocimiento ante la difusión de las TIC. Disponible en <http://www.littec.ungs.edu.ar/eventos/GUSTAVO%20APREA.pdf>.
- Area Moreira, M. (2001). Las redes de ordenadores en la enseñanza universitaria: hacia los campus virtuales. En A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso (Ed.), *Didáctica universitaria*. Madrid: La Muralla.
- Arora, A., Fosfuri, A., y Gambardella, A. (2002). Los mercados de tecnologías en la economía del conocimiento. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, Marzo 2002(171). <http://www.oei.es/salactsi/arora.pdf>
- Arrow, K. J. (1973). Information and economic behavior. En K. J. Arrow (Ed.), *Collected Papers: The economics of information* (Vol. 4, pp. 136-152). Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Astin, A., Korn, W., y Green, K. (1987). Retaining and satisfying students. *Educational record*, 1(68), 36-42.
- Ato, M., Losilla, J. M., Navarro, J. B., et al. (2005). *Análisis de datos. Modelo Lineal Generalizado*. Girona: Documenta Universitaria.
- Banco Mundial (2002). A Preliminary Strategy to Develop a Knowledge Economy in European Union Accession Countries, disponible en [http://lnweb18.worldbank.org/ECA/ECSSD.nsf/3b8b3d27260832ec852569fa0059675f/503c323c8b47b25185256b5f00653130/\\$FILE/KE%20Strategy%20EUAC.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/ECA/ECSSD.nsf/3b8b3d27260832ec852569fa0059675f/503c323c8b47b25185256b5f00653130/$FILE/KE%20Strategy%20EUAC.pdf).
- Banco Mundial (2006). Foros sobre Economía del Conocimiento. 2007, disponible en <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/ECAEXT/EXTECAREGTOPKNOECO/0,,contentMDK:20422383~menuPK:921081~pagePK:34004173~piPK:34003707~theSitePK:677607,00.html>.
- Bartholomew, D. J. (1995). What is statistics? *Journal of the Royal Statistical Society Series A-Statistics in Society*(158), 1-20.
- Bates, A. (2001). *Cómo gestionar el cambio tecnológico*. Barcelona: Gedisa.
- Bateson, G. (1979). *Mind and nature: A necessary unity*. New York: Dutton.
- Becker, G. (1962). Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis. *Journal of Political Economy* (LXX), 9-49.
- Becker, G. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Chicago: University of Chicago Press.

- Behrman, J., y Stacey, N. (Eds.). (1997). *The Social Benefits of Education*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Bell, D. (1973). *The Coming of the Post-Industrial Society*. New York:: Basic Books.
- Benneworth, P., y Charles, D. (2005). University Spin-off policies and economic development in less successful regions: Learning from two decades of policy practice. *European Planning Studies*, 13(4), 537-557.
- Berndt, E., Hall, B., Hall, R., et al. (1974). Estimation and Inference in Nonlinear Structural Model. *Annals of Social Measurement*, 3, 653-665.
- Biggs, J. B. (1988). Assessing study approaches to learning. *Australian Psychologist*, 23, 197-206.
- Bindé, J. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento. Informe mundial de la UNESCO*. París: UNESCO).
- Binks, M. R. (1999). The Changing Relationship Between Higher Education and Small and Medium Sized Enterprises. En H. Gray (Ed.), *Universities and the Creation of Wealth*. Philadelphia: Open University Press.
- Birch, E., y Miller, P. (2005). The Determinants of Students' Tertiary Academic Success. *Economics Discussion / Working Papers 05-24*, disponible en http://www.biz.uwa.edu.au/home/research/discussionworking_papers/economics/2005?f=148836.
- Blackler, F. (1995). Knowledge, Knowledge Work and Organizations: An Overview and Interpretation *Organization Studies*, 16(6), 1021-1046.
- Blanchflower, D. G., y Oswald, A. J. (1992). Entrepreneurship, Happiness and Supernormal Returns: Evidence form Britain and the US. *NBER Working Paper*, disponible en <http://www.nber.org/papers/w4228.v5.pdf>.
- Bleaney, M., Binks, M., Greenaway, D., et al. (1992). What does a university add to its local economy? *Applied Economics*, 24, 305-311.
- Bohlin, E. e. (Ed.). (2000). *Convergence in Communication y Beyond*: Elsevier Science.
- Bonsón, E. (2001). *Los Estados Financieros en Internet*. Madrid: RA-MA.
- Bonvecchio, C. (2000). *El mito de la universidad*. México Siglo Ventiuno.
- Borg, M., Mason, P., y Shapiro, S. (1989). The case of effort variables in student performance. *Journal of education business*, 20(3), 308-313.

- Borges, M. A., Roth, A., Nichols, G. T., et al. (1980). Effects of gender, sex and locus of control and self-esteem on estimates of college grades. *Psychological Reports*, 46, 831-837.
- Boutellier, R., Gassmann, O., Macho, H., et al. (1998). Management of dispersed product development teams: the role of information technologies. *R&D Management*, 28(1), 13-25.
- Bowen, H. (1977). *Investment in Learning: The Individual and Social Value of American Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bowen, H. (1980). *The costs of higher education: How much do colleges spend per student and how much should they spend?*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Breen, R. (1996). *Regression models: Censored, sample selected or truncated data*. Thousand Oaks: Sage.
- Bunch, D. (1988). A Comparison of Algorithms for Maximum Likelihood Estimation of Choice Models. *Journal of Econometrics*, 38(1/2), 145-167.
- Burton-Jones, A. (1999). *Knowledge capitalism. Business, Work, and Learning in the new economy*. Oxford: Oxford Press.
- C., S., y W., W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Cameron, A., y Trivedi, P. K. (1986). Econometric models based on count data: comparisons and applications of some estimators and tests. *Journal of Applied Econometrics*, 1, 29-53.
- Cameron, A., y Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cameron, A., y Trivedi, P. K. (2001). Essentials of Count Data Regression. En B. Baltagi (Ed.), *A Companion to Theoretical Econometrics*. Oxford: Blackwell.
- Canay, J. R. (2002). Divulgación de información financiera e Internet. Análisis de los estudios de las organizaciones contables. En Departamento de Economía y Gestión (Ed.), *Ensayos científicos sobre Contabilidad*. Málaga: Universidad de Málaga.

- Canay, J. R., y Álvarez, A. (2004). *Internal Change Agents and ICT. The Experience of the Universidad de Santiago de Compostela*. Paper presentado en European Conference on eLearning, París.
- Card, D. (1999). The Causal Effect on Education on Earnings. En O. Ashenfelter y D. Card (Eds.), *Handbook of Labor Economics* (Vol. 3). Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Carnegie Commission on Higher Education (1973). *Higher Education: Who Pays? Who Benefits? Who Should Pay?* New York: Carnegie Commission on Higher Education.
- Carter, L. F. (1971). Inadvertent sociological theory. *Social Forces*, 50, 12-25.
- Cash, J., Nohria, N., y Eccles, R. (1994). *Building the Information-Age Organization: Structure Control and Information Technologies*: McGraw-Hill.
- Cassidy, S. (2004). Learning Styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational Psychology*, 24(4), 419-444.
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, estructuración económica y el proceso urbano-regional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Castells, M. (1996). *The Rise of The Network Society*. Cambridge: Blackwell.
- CE. (1997). Convenición sobre Reconocimiento de Cualificaciones Relativas a la Educación Superior en la Región Europea [Version electrónica], disponible en <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Reports/Html/165-ESP.htm>.
- Chamber, T. (2005). The Special Role of Higher Education in Society: As a Public Good for the Public Good. . En A. Kezar, A. Chambers y J. Burkhardt (Eds.), *Higher Education for the Public Good: Emerging Voices from a National Movement*: Jossey-Bass.
- Choo, C. (1997). IT2000: Singapore's Vision of an Intelligent Island. En P. Droege (Ed.), *Intelligent Environments*: North-Holland.
- Clark, A. (1996). Job Satisfaction in Britain. *British Journal of Industrial Relations*, 34, 189-217.
- Clark, A., y Oswald, A. (1996). Satisfaction and Comparison Income. *Journal of Public Economics*, 61, 359-381.

- Clark, B. (1998). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation. Issues in Higher Education*. Oxford: Pergamon.
- Clements, B., Comyn, G., Rouhana, K., et al. (2004). Construcción de la Sociedad de la Información en Europa: la contribución de la investigación socioeconómica. *The IPTS Report*, 85.
- Coase, R. (1937). The Nature of the firm. *Economica., New Series*, 4(16), 386-405.
- Cohen, W., y Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cohn, E., y Addison, J. (1998). The Economic Returns to Lifelong Learning in OECD Countries'. *Education Economics*, 6(3), 253-307.
- Collins, H. (1993). The Structure of Knowledge. *Social Research*, 60(11), 95-106.
- Comisión Europea. (2001). The eLearning Action Plan: Designing tomorrow's education. Disponible en <http://www.elearningeuropa.info>.
- Comisión Europea. (2005). i2010 – A European Information Society for growth and employment. Disponible en http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0229en01.pdf.
- Consul, P. (1989). *Generalized Poisson distributions*. New York: Marcel Dekker.
- Cook, S., y Brown, J. (1999). Bridging epistemologies: The generative dance between organizational knowledge and organizational knowing. *Organization Science*, 10(4), 381-400.
- CRUE (2000). Informe Universidad 2000 - Informe Bricall., disponible en <http://www.oei.es/oeivirt/bricall.htm>.
- Cubberly, E. (1902). The History of education. Disponible en <http://www.nalanda.nitc.ac.in/resources/english/etext-project/history/histedn/prelim.html>.
- Davenport, T., y Prusak, L. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- David, P., y Foray, D. (2003). Economic Fundamentals of the Knowledge Society. *Policy Futures in Education*, 1(1), 20-49.

- Dearing, R. (1997). *Report of the committee of enquiry into the funding of higher education*. London: DfEE).
- Del Álamo, Ó. (2002). Construyendo la Sociedad de la información. *AR: Revista de Derecho Informático* (49), <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=1464>.
- Delanty, G. (2001). *Challenging Knowledge. The university in the Knowledge society*. Buckingham: The society for Reseach into Higher Education The Open University Press.
- Denman, B. (2005). What is a University in the 21st century? *Higher education Management and policy*, 17(2), 1-20.
- Dewett, T., y Jones, G. (2001). The role of information technology in the organization: a review, model, and assessment. *Journal of Management*, 27(3), 313-347.
- Díaz Allué, M. (1973). *Problemática académica del universitario madrileño*. Madrid: ICE de la Universidad Complutense.
- Didia, D., y Hasant, B. (1998). The determinants of performance in the university introductory finance courses. *Financial Practice and education*, 8(1), 102-107.
- Dietel, R., Herman, J., y Knuth, R. (1991). What does research say about assessment? [Version electrónica]. Disponible en http://www.ncrel.org/sdrs/areas/stw_esys/4assess.htm.
- Dordick, H., y Wang, G. (1993). *The Information Society. A retrospective view*. Newbury Park: SAGE.
- Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*. New York: Harper and Row.
- Drucker, P. (1991). The New Productivity Challenge. *Harvard Business Review*, 69(6), 69-80.
- Drucker, P. (1993). *Post-capitalist society*. New York: Harper Collins.
- Drucker, P. (1998). The Discipline of Innovation. *Harvard Business Review*, 76(6), 149-156.
- Drucker, P. (1998). From capitalism to knowledge society. En D. Neef (Ed.), *The Knowledge Economy*.: Butterworth-Heinemann.
- Drucker, P. (2000). Knowledge work. *Executive Excellence*, 17(4), 11-13.

- Drucker, P. (2001, 01/11/2001). The Next Society. *The Economist*.
- DTI (1998). *Our Competitive Future: Building the knowledge driven economy. Analytical Report*. Disponible en http://www.dti.gov.uk/comp/competitive/pdfs/ap_pdf1.pdf.
- Duart, J. M. (2000). La motivación como interacción entre el hombre y el ordenador en los procesos de formación no presencial. En J. M. Duart y A. Sandra (Eds.), *Aprender en la virtualidad*. Barcelona: Gedisa.
- Duderstadt, J., y Womack, F. (2003). *The Future of the Public University in America: Beyond the Crossroads*: The Johns Hopkins University.
- Duncan, G. (1976). Earnings Functions and Nonpecuniary Benefits. *Journal of Human Resources*, 11(4), 462-483.
- Earl, M. (1994). The new and the old of business process reengineering. *Journal of Strategic Information Systems*, 3(1), 5-22.
- Edel, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo [Version electrónica]. *REICE*, 1. Disponible en <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf>.
- Edwards, C., Ward, J., y Bytheway, A. (1998). *Fundamentos de sistemas de información*. Madrid: Prentice Hall.
- Edwards, K. (2004). The university in europe and the US. En R. King (Ed.), *The University in the Global Age*. New York: Palgrave Macmillan.
- Egan, B. (1994). Building value through telecommunications: Regulatory roadblocks on the information superhighway. *Journal of Telecommunications Policy, UK*, 18(8), 573-587.
- Ellwood, D., y Kane, T. (2000). Who Is Getting a College Education? En S. Danziger y J. Waldfogel (Eds.), *Securing the future*. New York: Sage.
- Elton, L., y Laurillard, D. (1979). Trends in Research on Student Learning *Studies in Higher Education*, 4(1), 87-102.
- Ermisch, J., y Francesconi, M. (2001). Family Matters: Impacts of Family Background on Educational Attainments. *Economica*, 68(270), 137-156.
- Escudero, T. (1981). *Selectividad y rendimiento académico de los universitarios. Condicionantes psicológicos, sociológicos y educacionales*. Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza.

- Escudero, T. (1984). Condicionantes y capacidad predictiva de la Selectividad universitaria. . *Revista de educación*, 273, 139-164.
- Evans, M., y Farley, A. (1998). Institutional characteristics and the relationship between students' first-year university and final-year secondary school academic performance. *Working papers*, disponible en <http://citeseer.ist.psu.edu/evans98institutional.html>.
- Evers, H. (2003). Transition towards a Knowledge Society: Indonesia and Malaysia *Comparative Perspective*, *Comparative Sociology*, 2(2), 355-373.
- Feller, W. (1943). On a general class of "contagious" distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 14(4), 389-400.
- Fernández, E. (2003). *E-learning. Implantación de proyectos de formación on-line*. Madrid: RA-MA.
- Fuchs, V. (1965). The Growing Importance of the Service Industries (reimpresión). En J. Bryson y P. Daniels (Eds.), *The International Library of Critical Writings in Economics:: Service Industries in the Global Economy*.
- FUE. (2004). Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del proceso de convergencia europea en educación superior. 2005, disponible en <http://www.fue.es/50545212/Estudio.pdf>.
- Gabinete de Estudios y Evaluación. (2005). Estudio longitudinal de los jóvenes en el tránsito de las enseñanzas medias a la universidad: información, expectativas y toma de decisiones. Gabinete de Estudios y Evaluación, disponible en <http://www.mec.es/univ/proyectos2005/EA2005-0266.pdf>.
- Galbraith, J. K. (1977). *Organizational Design*: Addison-Wesley.
- García Aretio, I. (1985). *Rendimiento académico y abandono en la educación superior a distancia*: ICE. UNED.
- García Llamas, J. L. (1986). *El estudio empírico del rendimiento académico en la enseñanza a distancia*. Madrid: UNED.
- García, M. (2000). The effects of curriculum reform on Economics Education in a spanish college. *Education economics*, 8(1), 5-15.
- García Tobio, A., y Pardo Pérez, J. C. (2000). Integración de Tecnologías en USC: selección de una plataforma virtual de aprendizaje. *Informe interno del CCIETIC*, disponible en <http://firgoa.usc.es/drupal/?q=filestore/download/1418>.

- Gardner, W., Mulvey, E., y Shaw, E. (1995). Regression analyses of counts and rates: Poisson, overdispersed Poisson and negative binomial models. *Psychological Bulletin*, 118(3), 392-404.
- Gault, F., y McDaniel, S. (2002). Continuities and Transformations: Challenges to Capturing Information about the 'Information Society [Version electrónica]. *First Monday*, 7. Disponible en http://firstmonday.org/issues/issue7_2/gault/index.html.
- Jimeno, J. (1976). *Autoconcepto, sociabilidad y rendimiento escolar*. Madrid: MEC.
- Giner de los Rios, F. (2001). *La universidad española*. Madrid: Civitas.
- Goldhaber, D., y Brewer, J. (1997). Why Don't Schools and Teachers Seem to Matter? Assessing the Impact of Unobservables on Educational Productivity. *The Journal of Human Resources*, 32(3), 505-523.
- Goldstein, H., y Renault, C. (2004). Contributions of Universities to Regional Economic Development: A Quasi-experimental Approach. *Regional Studies*, 38(7), 733-746.
- González, R. (1993). *Rendimiento académico en la Universidad Politécnica de Madrid:: Estudio longitudinal en primer ciclo (Tomos I y II)*. Madrid: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid.
- González Tirados, R. (1989). *Análisis de las causas del fracaso escolar en la Universidad Politécnica de Madrid*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE.
- González Tirados, R. (1991). *Principales dificultades en el rendimiento académico en primer año de carreras de Ingenierías*. Paper presentado en Investigación Educativa sobre la Universidad, Madrid.
- González Tirados, R. (1993). *Rendimiento académico en la Universidad Politécnica de Madrid*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Good, I. J. (1986). Some statistical applications of Poisson's work. *Statistical Science*, 1(2), 157-180.
- Gourieroux, C., Monfort, A., y Trognon, A. (1984). Pseudo Maximum Likelihood Methods: Applications to Poisson Models. *Econometrica*, 52(3), 247-268.

- Gourieroux, C., y Visser, M. (1997). A count data model with unobserved heterogeneity. *Journal of Econometrics*(79), 701-720.
- Gow, L., y Kember, D. (1994). Orientations to Teaching and Their Effect on the Quality of Student Learning. *Journal of Higher Education*, 65, 58-74.
- Grao, J. (Ed.). (1991). *Demanda y rendimiento académico en Educación Superior. Estudio longitudinal de la inserción de dos cohortes de bachillerato en la Universidad del País Vasco*. Vitoria: Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Gray, H. (1999). Re-scoping the University. En H. Gray (Ed.), *Universities and the Creation of Wealth*. Philadelphia: Open University Press.
- Green, M. (1997). *Transforming Higher Education. Views from Leaders Around the World*. Phoenix: American Council on Education, Oryx Press.
- Greene, W. (1990). *Econometric Analysis*. New York: Macmillan.
- Greene, W. (1994). Accounting for excess zeros and sample selection in Poisson and negative binomial regression models. *Working Paper n° 94-10*, disponible en http://www.stern.nyu.edu/eco/wkpapers/POISSON-Excess_zeros-Selection.pdf.
- Greenwood, J. (1999). The Third Industrial Revolution: Technology, Productivity, and Income Equality. *Economic Review*, 35(2), 2-12.
- Greenwood, M., y Yule, G. (1920). An inquiry into the nature of frequency distribution representative of multiple happenings with particular reference to the occurrence of multiple attacks of disease or of repeated accidents [Version electrónica]. *Journal of the Royal Statatistic Society*, 83. Disponible en [http://links.jstor.org/sici?sici=0952-8385\(192003\)83%3A2%3C255%3AAIITNO%3E2.0.CO%3B2-P](http://links.jstor.org/sici?sici=0952-8385(192003)83%3A2%3C255%3AAIITNO%3E2.0.CO%3B2-P).
- Griliches, Z. (1969). Capital-skill complementarity. *Review of Economics and Statistics*, 51(4), 465-468.
- Grogger, J., y Carson, R. (1991). Models for truncated counts. *Journal of Applied Econometrics*, 6(3), 225-238.
- Gurmu, S. (1991). Tests for detecting overdispersion in the positive Poisson regression model. *Journal of Business and Economic Statistics*, 9(2), 215-222.
- Gurmu, S., y Trivedi, P. K. (1992). Overdispersion tests for truncated Poisson regression models. *Journal of Econometrics*, 54, 347-370.

- Hannan, M., y Freeman, J. (1984). Structural Inertia and organizational change. *American Sociological Review*, 49, 149-164.
- Hansen, M. (1999). The Search-Transfer Problem: The Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 82-102.
- Hansson, S. (2002). Las inseguridades en la sociedad del conocimiento [Version electrónica]. *Revista internacional de ciencias sociales*, 171. Disponible en <http://www.oei.es/salactsi/ove.pdf>.
- Hart, R., y Clark, D. (1999). Does Size Matter? Exploring the Small Sample Properties of Maximum Likelihood Estimation. [Version electrónica]. *Annual Meeting of the Midwest Political Science Association*. Disponible en <http://polmeth.wustl.edu/retrieve.php?id=222>.
- Hartnett, N., Römcke, J., y Yap, C. (2004). Student performance in tertiary-level accounting: an international student focus. *Accounting and Finance*, 44(2), 163-185.
- Hartog, J. (2000). Over-education and Earnings: Where Are We, Where Should We Go? *Economics of Education Review*, 19(2), 131-147.
- Hartog, J., y Oosterbeek, H. (1998). Health, Wealth and Happiness. Why Pursue a Higher Education? *Economics of Education Review*, 17(3), 245-256.
- Hayek, F. (1937). Economics and Knowledge [Version electrónica]. *Economica*, IV, nueva serie., disponible en <http://virtualschool.edu/mon/Economics/HayekEconomicsAndKnowledge.html>.
- Hayek, F. (1945). The Use of Knowledge in Society [Version electrónica]. *American Economic Review*, XXXV. Disponible en <http://virtualschool.edu/mon/Economics/HayekUseOfKnowledge.html>.
- Hernes, G. (2003). *The new century: Societal paradoxes and major trends*. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001465/146558e.pdf>.
- Herrero, S., y Infestas, A. (1980). *El rendimiento académico en la Universidad de Salamanca*. Salamanca: ICE de la Universidad de Salamanca.
- Hill, A., y O'Neill, J. (1994). Family Endowments and the Achievement of Young Children with Special Reference to the Underclass. *The Journal of Human Resources*, 29(4, Special Issue: The Family and Intergenerational Relations), 1064-110.

- Hong, S. (1984). The age factor in the prediction of tertiary academic success. *Higher Education Research and Development*, 3, 61-70.
- Hopwood, A., Page, M., y Turley, S. (1990). *Understanding accounting in changing environment*. Hertfordshire: Prentice Hall - ICAEW
- IHEP (1998). Reaping the benefits: Defining the public and private value of going to college. Disponible en <http://www.ihep.org/Pubs/PDF/Reap.pdf>.
- Johnes, G., y McNabb, R. (2004). Never give up on the good times: students attrition in the UK. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 66(1), 23-47.
- Johnes, J. (1997). Inter-university variations in undergraduate non completion rates: a statistical analysis by subject of study. *Journal of applied statistics*, 24(3), 343-362.
- Judd, C., y McClelland, G. (1989). *Data analysis: a model comparison approach*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Kane, T. (1999). *The price of admission: Rethinking how Americans pay for college*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Kanter, R. (1995). *World Class: thriving locally in the global economy*. New York: Simon y Schuster.
- Keenan, M., Miles, I., y Koi-Ova, J. (2003). *Handbook of Knowledge Society Foresight*. Disponible en <http://www.eurofound.europa.eu/publications/htmlfiles/ef0350.htm>.
- Keohane, R., y Nye, J. (1998). Power and Interdependence in the Information Age. *Foreign Affairs*, 77, 81-94.
- Kerr, C. (1982). *The uses of the University* (3 ed.). Cambridge: Harvard University Press.
- Kerr, C. (1994). *Troubled Times for American Higher Education: The 1990s and Beyond*. Albany: State University of New York Press.
- Khan, A. (2003). Prefacio [Version electrónica]. *Measuring and monitoring the information and knowledge societies: a statistical challenge*. Disponible en http://portal.unesco.org/ci/en/file_download.php/a5f4fcb26b3ce282223fd173200447auiis.pdf.
- Khan, A. (2003). Towards Knowledge Societies [Version electrónica]. *World of Science*, 1. Disponible en http://www.unesco.org/science/world_sc_july03.pdf.

- King, R. (2004). *The University in the global Age*. Houndmills: Palgrave Macmillan.
- Kobrin, S. (1998). Back to the future: Neomedievalism and the postmodern digital world economy. *Journal of International Affairs*, 51(2), 361-387.
- Kogan, M. (2000). *Transforming Higher Education: A Comparative Study*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Kok, W. (2004). Facing the Challenge. The Lisbon strategy for growth and employment. [Version electrónica]. *Report from the High Level Group*. Disponible en http://ec.europa.eu/growthandjobs/pdf/kok_report_en.pdf.
- Kramer, M. (1993). Changing Roles in Higher Education Financing. En M. Kramer (Ed.), *Final Report. National Commission on Responsibilities for Financing Postsecondary Education*: National Commission on Responsibilities for Financing Postsecondary Education.
- Kuznets, S. (1957). Quantitative aspects of the economic growth of nations II: Industrial distribution of national product and labor force. *Economic Development and Cultural Change*, 5(4), 1-11.
- Kwong, J. (2000). Introduction: Marketization and provatization in education. *International Journal of Education Development*, 20(2), 87-92.
- Labaree, D. (1997). *How to Succeed in School Without Really Learning*. New Haven: Yale University Press.
- Lam, A. (2004). Societal Institutions, Learning Organizations and Innovation in the Knowledge Economy. En B. Lundvall y J. Christensen (Eds.), *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance*: Elsevier.
- Lambert, D. (1992). Zero-inflated Poisson regression with an application to defects in manufacturing. *Technometrics*, 34, 1-14.
- Lash, S., y Urry, J. (1994). *Economies of signs and space*. Theory, culture y society. London: Sage.
- Lassabille, G., y Navarro, L. (1990). *El valor del tiempo en la universidad*: Universidad de Málaga.
- Latiesa, M. (1992). *La deserción universitaria*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

- Lawless, J. (1987). Negative binomial and mixed Poisson regression. *Canadian Journal of Statistics*, 15, 209-225.
- Lazzeretti, L., y Tavoletti, R. (2005). Higher education excellence and local economic development: The case of the entrepreneurial University of Twente. *European Planning Studies*, 13(3), 475-493.
- Leadbeater, C. (2000). *New measures for the new economy*. Disponible en <http://www.icaew.co.uk/index.cfm?route=132120>.
- Lei, D. (2000). Industry evolution and competence development: the imperatives of technological convergence. *International Journal of Technological Management*, 19(7/8), 699-738.
- Leslie, L., y Brinkman, P. (1988). *The economic value of higher education*. Phoenix: American Council on Education/Oryx Press.
- Lester, R. (2005). Universities, Innovation, and the Competitiveness of Local Economies [Version electrónica]. *Industrial Performance Center Working Paper*. Disponible en <http://web.mit.edu/ipc/people/director/05-010.pdf>.
- Levitin, A., y Redman, T. (1998). Data as a resource: properties, implications, and prescriptions. *Sloan Management Review*, 40(1), 89-101.
- Linares, J., y Ortiz, F. (1995). *Autopistas Inteligentes*. Madrid: Fundesco.
- Lindsey, J. (1995). *Modelling frequency and count data*. Oxford: Clarendon Press.
- Lindsey, J. (1998). Counts and times to events. *Statistics in Medicine*, 17(15-16), 1745-1751.
- Lindsey, J. (1999). On the use of corrections for overdispersion. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C*, 48, 553-561.
- Link, A. (1995). *A Generosity of Spirit: The Early History of the Research Triangle Park*. Research Triangle Park: The Research Triangle Foundation of North Carolina.
- Lo, A. (1992). Bayesian inference for poisson process models with censored data. *Journal of Nonparametric Statistics*, 2(1), 71-80.
- Long, S. (1997). *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Long, S., y J., F. (2007). *Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata*. Stata Press.

- Losilla, J. M., Navarro, J. B., Palmer, A., et al. (2005). *Del Contraste de Hipótesis al modelado estadístico*. Girona: Documenta Universitaria.
- Lucas Marín, A. (2000). *La nueva sociedad de la información: Una perspectiva desde Silicon Valley*. Madrid: Trotta.
- Lundvall, B., y Foray, D. (1996). The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. En OCDE (Ed.), *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. París: OCDE.
- Lundvall, B., y Johnson, B. (1994). The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2), 23-42.
- Lundvall, B., y Christensen, J. (Eds.). (2004). *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance*: Elveiser.
- Lyotard, J. F. (1979). *La condición postmoderna*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Machlup, F. (1962). *The production and distribution of knowledge in the U.S.* Princeton: Princeton University Press.
- Machlup, F. (1980). *Knowledge and Knowledge Production*. Princeton: Princeton University Press.
- Maddala, G. (1983). *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. New York: Cambridge University Press.
- Malagón Plata, L. (2005). Cambios y conflictos en los discursos político-pedagógicos sobre la universidad. *Archivo Analíticos de Políticas Educativas*, 13(22).
- Malhotra, Y., Al-Shehri, A., y Jones, J. (1995). National Information Infrastructure: Myths, Metaphors And Realities [Version electrónica]. Disponible en <http://www.brint.com/papers/nii/> .
- Marburger, D. (2006). Does Mandatory Attendance Improve Student Performance? *Journal of Economic Education*(37), 2, 148-155.
- Marco, R. (2001). La Universidad del Siglo XXI: Aspectos a mejorar. *Encuentros Multidisciplinares*, 3(8), 32-42.
- Marín, J. A., y González, A. J. (2000). Evolución histórica de la función social de la universidad: La educación superior en el siglo XXI. En M. Lorenzo (Ed.), *Las organizaciones educativas en la sociedad neoliberal*. Granada: Grupo Editorial Universitario.

- Marín, R. (1985). Pedagogía Universitaria de la creatividad. *Revista española de pedagogía*, 43, 169-170.
- Markus, M., y Benjamin, R. (1997). The Magic Bullet Theory in IT-Enabled Transformation. *Sloan Management Review*, 38(2), 55-68.
- Marshall, A. (1890). The principles of economics. Disponible en <http://socserv2.socsci.mcmaster.ca:80/~econ/ugcm/3ll3/marshall/prin/index.html>.
- Martin, J. (1978). *The Wired Society: A Challenge for Tomorrow*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Marton, F., y Saljo, R. (1976). On qualitative differences in learning, outcome and process I. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F., y Saljo, R. (1976). On qualitative differences in learning, outcome and process II. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Marx, K. (1857). *Grundrisse*. Disponible en <http://www.marxists.org/archive/marx/works/1857/grundrisse/>.
- Marx, K. (1867). *Capital*. Disponible en <http://www.marxists.org/archive/marx/works/1867-c1/index.htm>.
- Masuda, Y. (1984). *La sociedad informatizada como sociedad Post-Industrial*. Madrid: Tecnos.
- Mayor Zaragoza, F., y Bindé, J. (1999). The 21st century: a better world or a brave new world? *Foresight - The journal of future studies, strategic thinking and policy*, 1(5), 389-391.
- McClelland, A., y Kruger, P. (1993). *An Investigation of the subsequent performance in tertiary studies of students admitted through the Queensland Tertiary admission Centre in 1989-90*. Camberra: Australian Government Publishing Service.
- McCullagh, P., y Nelder, J. A. (1989,1983). *Generalized Linear Models*: Chapman & Hall.
- McDermott, R. (1999). Why information technology inspired but cannot deliver knowledge management. *California Management Review*, 41, 103-117.
- McElhinney, S. (2005). Exposing the interests: decoding the promise of the global knowledge society. *New Media Society*, 7(6), 748-769.

- McIsaac, M., y Gunawardena, C. (1996). Distance Education. En D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology: a project of the Association for Educational Communications and Technology*. New York: Simon y Schuster Macmillan.
- Messere, F. (1996). Analysis of The Telecommunications Act of 1996. Disponible en <http://www.oswego.edu/~messere/telcom4.html>.
- Middlehurst, R. (2001). University Challenges: Borderless Higher Education, Today and Tomorrow. *Minerva*, 39, 3-26.
- Miles, I., Keenan, M., y Kaivo-Oja, J. (2003). *Handbook of Knowledge Society Foresight*. Disponible en <http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2003/50/en/1/ef0350en.pdf>.
- Miner, A., Eeselt, D., Devaughn, M., et al. (2001). The magic beanstalk vision: commercializing university inventions and research. En C. Schoonhoven y E. Romanelli (Eds.), *The entrepreneurial Dynamic*. Stanford: Stanford University Press.
- Mokyr, J. (2002). *The Gifts of Athena – Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton: Princeton University Press.
- Mora, J. G. (1999). *Calidad y rendimiento en las instituciones universitarias*. Madrid: Consejo de Universidades.
- Mora, J. G. (2004). La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista iberoamericana de educación*, 35, 13-37.
- Mora, J. G., García-Aracil, A., y Vila, L. (2007). Job satisfaction among young European higher education graduates. *Higher Education*, 53(1), 29-59.
- Mullahy, J. (1986). Specification and testing of some modified count data models. *Journal of Econometrics*, 33(3), 341-365.
- Mullahy, J. (1997). Heterogeneity, excess zeros, and the structure of count data models. *Journal of Applied Econometrics*, 12(3), 337-350.
- Munduate, L., y Bennebroek, K. (2003). Power Dynamics and Organisational Change: An Introduction. *Applied Psychology: An International Review*, 52(1), 1-13.
- Muñoz, S. (2005). Indicadores de rendimiento académico del alumnado de la Universidad de La Laguna. Disponible en www2.ull.es/docencia/credito europeo/jornadas_calidad/SoledadMunoz.pdf.

- Naisbitt, J. (1983). *Macrotendencias: diez nuevas orientaciones que están transformando nuestras vidas* (1978 ed.). Barcelona: Mitre.
- Neef, D. (1988). *The Knowledge Economy*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Negroponte, N. (1995). *El mundo digital*. Barcelona: Ediciones B.
- Nelder, J., y Wedderburn, W. (1972). Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*(135), 370-384.
- Nelson, R., y Phelps, E. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *American Economic Review*, 65(2), 69-75.
- Newman, F. (2000). *Saving higher education's soul. The futures Project: Policy for Higher Education in a changing World*. Disponible en <http://www.futuresproject.org/publications/soul.pdf>.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.
- Nora, S., y Minc, A. (1978). *La informatización de la sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- O'Brien, J. (1996). *Management Information Systems. Managing Information Technology in the Networked Enterprise*. Boston: Irwin.
- OCDE (1996). *The Knowledge-based economy*. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/51/8/1913021.pdf>.
- OCDE (1996). *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. París: OCDE.
- OCDE (2005). *E-learning in Tertiary Education. Where do we stand?* París: OCDE.
- ONU (2003). *World Public Sector Report 2003: E-government at the Crossroads*: ONU.
- Ortega y Gasset, J. (1961). *Misión de la Universidad* (4 ed.). Madrid: Revista de Occidente.
- Ortiz Chaparro, F. (1995). La sociedad de la información. En J. Linares y F. Ortiz Chaparro (Eds.), *Autopistas inteligentes*. Madrid: Fundesco.
- Palmer, A., Llorens, N., y Perelló, M. (2005). Modelado del número de días de consumo de cannabis. *Psicothema*, 17(4), 569-574.

- Paulsen, M. (1998). Recent research on the economics of attending college: Returns on Investment and Responsiveness to Price. *Research in Higher Education*, 39(4), 471-489.
- Pereira, J. (2006). *O sector audiovisual e a Sociedade da informação en Galicia. Situación e Perspectivas*. Universidade de Santiago de Compostela.
- Perna, L. (1995). The Benefits of Higher Education: Sex, Racial/Ethnic, and Socioeconomic Group Differences. *The Review of Higher Education*, 29(1), 23-52.
- Perna, L. (2003). The private benefits of higher education: An examination of the earnings premium. *Research in Higher Education*, 44, 471-472.
- Plackett, R. (1953). The truncated poisson distribution. *Biometrics*, 9(4), 485-488.
- Porat, M., y Rubin, M. (1977). *The Information Economy*. Washington D.C.: US Department of Commerce.
- Pozo, C. (1996). *El fracaso académico en la universidad: Evaluación e intervención preventiva*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Prieto, G., Ledesma, A., López, F., et al. (1981). *Análisis de los rasgos y características psicopedagógicas de los alumnos con éxito en la Universidad de Salamanca*. Disponible en <http://www.redined.mec.es/oai/index.php?registro=008198600024>.
- Psacharopoulos, G. (1973). *Returns to Education: An International Comparative*. Amsterdam: Elvieser.
- Psacharopoulos, G. (1981). Returns to Education: An updated International Comparasation. *Comparative Education*, 17(3), 321-341.
- Psacharopoulos, G. (1994). Returns to Investment in Education: A Global Update. *World Development*, 22(9), 1325-1343.
- Psacharopoulos, G., y Patrinos, H. (2004). Returns to Investment in Education: A Further Update. *Education Economics*, 12(2), 111-134.
- Quine, M., y E., S. (1987). Bortkiewicz's data and the law of small numbers. *International Statistical Review*, 55(2), 173-181.
- Ramasay, A., y Baines, A. (1994). The impact of gender on student performance in introductory accounting courses. *Accounting Research Journal*, 7(2), 20-32.

- Ramaswamy, V., Anderson, E., y DeSarbo, W. (1994). A disaggregate negative binomial regression procedure for count data analysis. *Management Science*, 40(3), 405-417.
- Rego, A., y Sousa, L. (1999). Performance in Higher Education: Towards on Understanding. *Educational Research*, 41(1), 91-94.
- Reich, R. (1991). *The Work of Nations: Preparing Ourselves for 21st-Century Capitalism*. New York: Knopf.
- Richardson, R., Bracco, K., Callan, P., et al. (1998). *Higher Education Governance – balancing institutional and market forces*: The National Center for Public Policy and Higher Education.
- Ridout, M., Demetrio, C., y Hinde, J. (1998). *Models for counts data with many zeros*. Paper presentado en XIXth International Biometric Conference, Cape Town.
- Robb, R., y Robb, L. (1999). Gender and the study of economics: the role of the instructor. *Journal of economic education*, 30(1), 3-19.
- Robertson, D. (1999). Knowledge Societies, Intellectual Capital and Economic Growth. En H. Gray (Ed.), *Universities and the Creation of Wealth*. Philadelphia: Open University Press.
- Rodrigues, M. (2004). *European Policies for a Knowledge Economy*. Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing.
- Rodríguez Marín, J. (2004). *Tasas de éxito y fracaso académico universitario: identificación y análisis de variables psicoeducativas relacionadas en una muestra de estudiantes españoles*: Ministerio de Educación y Ciencia. Estudio EA2004-0150.
- Rodríguez, S. (1982). *Factores del rendimiento escolar*. Barcelona: Oiko Tau.
- Rogers, E., y Larsen, J. (1984). *Silicon Valley fever. Growth of a high-technology culture*. New York: Basic Books.
- Rogerson, K. (2002). Information Interdependence: Keohane and Nye's complex interdependence in the information age. *Information, Communication and Society*, 3(3) 415-436.
- Roman, E. (2003). Educación virtual en la Universidad. En G. Ruipérez (Ed.), *Educación virtual y Elearning*: Fundación Auna.

- Rosegrant, S., y D., L. (1992). *Route 128. Lessons from Boston's High Tech Community*. New York: Basic Books.
- Ross, E., y Willigen, M. (1997). Education and the Subjective Quality of Life. *Journal of Health and Social Behavior*, 38(3), 275-297.
- Ruipérez, G. (Ed.). (2003). *Educación Virtual y eLearning*: Fundación Auna.
- Sah, R., y Stiglitz, J. (1996). The Architecture of Economic Systems: Hierarchies and Polyarchies. *American Economic Review*, 76(4), 716-727.
- Salvador, L., y García-Varcárcel, A. (1989). *El rendimiento académico en la Universidad de Cantabria: Abandono y retraso en los estudios*. Madrid: CIDE.
- Sanyal, B. (1987). *Higher Education and Employment. An International comparative Analysis*: The Falmer Press.
- Schultz, T. (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 51, 1-17.
- Schultz, T. (1975). The value of the ability to deal with disequilibria. *Journal of Economic Literature*, 13(3), 827-846.
- Siggaard-Jensen, H. (2000). A history of the concept of knowledge [Ver. electrónica]. *Zagreb International Review of Economics and Business*, 3(2), 1-16. Disponible en http://www.kursus.kvl.dk/shares/soar/200_summerschools/history%20of%20concept-uk.pdf.
- Sileshi, G. (2006). Selecting the right statistical model for analysis of insect count data by using information theoretic measures. *Bulletin of Entomological Research*(96), 479-488.
- Silvio, J. (2000). *La virtualización de la universidad: ¿cómo transformar la educación superior con la tecnología?*, disponible en http://www.iesalc.unesco.org.ve/programas/internac/univ_virtuales/venezuela/La_virtualizacion_univ.pdf.
- Simon, H. (1977). *Administrative Behavior*: The Free Press.
- Smith, K. (2001). Innovation indicators and the knowledge economy: concepts, results and challenges [Version electrónica]. Disponible en <http://kbe-extern.wifo.ac.at/Paper/KBE/Innovation/innovation.pdf>.
- Smith, K. (2002). *What is the Knowledge Economy? Knowledge Intensity and Distributed Knowledge Bases*: The United Nations University.

- Solano, J. (2002). *Estratificación Social y Trayectorias Académicas*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Sole, D., y Edmondson, A. (2002). Situated Knowledge and Learning in Dispersed Teams. *British Journal of Management*, 13(3), 17-34.
- Solé, F., y Palacio, I. (2004). *Estudio de la relación de la universidad con el sector productivo español*. Programa de estudios y análisis. Proyecto EA2004-0141. MEC.
- Spender, J. (1996). Organizational knowledge, learning and memory: three concepts in search of a theory. *Journal of Organizational Change Management*, 9(1), 63-78.
- Stanca, L. (2006). The Effects of Attendance on Academic Performance: Panel Data Evidence for Introductory Microeconomics. *Journal of Economic Education*, 37(3), 251-266.
- Stehr, N. (2002). Knowledge Societies. *ISSC Workshop*, disponible en <http://www.spsg.org/Paris-issc/BerlinNStehr.html>.
- Stehr, N. (2003). A World Made of Knowledge. En N. Stehr (Ed.), *The Governance of Knowledge*. New Brunswick: Transaction Books.
- Stehr, N. (2004). *Knowledge Societies*. London: Sage.
- Steinmueller, W. (2002). Las economías basadas en el conocimiento y las tecnologías de la información y la comunicación [Version electrónica]. *Revista internacional de ciencias sociales*. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/steinmueller.pdf>.
- Steyaert, J., y Gould, N. (1998). Social aspects of the information society, transmogrifying issues and approaches to social policy. *New technology in the human services*, 11(2), 2-9.
- Stukel, D., Venkatraman, S., Deloumeaux, L., et al. (2003). *Measuring and monitoring the information and knowledge societies: a statistical challenge*. Disponible en <http://www.stat.go.jp/english/info/meetings/jaos/pdf/jeskanen.pdf>.
- Sturman, M. (1999). Multiple approaches to analyzing count data in studies of individual differences: The propensity for Type I errors, illustrated with the case of absenteeism prediction. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 414-430.

- Tapscott, D. (1995). *The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence*. New York: McGraw Hill.
- Taylor, H., y Karlin, S. (1994). *An Introduction to Stochastic Modelling*. Revised edition: Academic Press.
- Teixiera, P. (2002). A portrait of the Economics of Education, 1960-1997. *History of Political Economy*, 32, 257-287.
- Tejo, R. (1996). *La nueva alfombra mágica*: Fundesco.
- Telefónica (2002). La sociedad de la Información en España. Perspectiva 2001-2005. Disponible en http://www.telefonica.es/sociedaddeinformacion/pdf/informes/espana_2000/completo.pdf.
- Terza, J. (1985). A Tobit Type Estimator for the Censored Poisson Regression Model. *Economics Letter*, 18, 361-365.
- Toffler, A. (1980). *La tercera ola*. Madrid: Plaza y Janés.
- Toffler, A. (1990). *El cambio del poder*. Madrid: Plaza y Janés.
- Tomás, J., Rodrigo, M., y Oliver, A. (2005). Modelos lineales y no lineales en la explicación de la siniestralidad laboral. *Psicothema*, 15(1), 154-163.
- Torstendahl, R. (1993). The transformation of professional education in the nineteenth century. En S. Rothblatt y B. Wittrock (Eds.), *The European and American University since 1800*: Oxford University Press.
- Touraine, A. (1969). *La Sociedad Post-industrial*. Barcelona: Ariel.
- Touron, J. (1987). High school ranks and admission tests as predictors of first year medical students' performance. *Higher Education*, 16(3), 257-266.
- Tourón, J. (1984). *Factores del rendimiento académico en la Universidad*. Pamplona: EUNSA.
- Trejo, R. (1996). *La nueva alfombra mágica: Usos y mitos de Internet, la red de redes*. Madrid: Fundesco.
- Trejo, R. (2001). Vivir en la Sociedad de la Información. Orden global y dimensiones locales en el universo digital [Version electrónica]. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1. Disponible en <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero1/trejo.htm>.

- Trow, M. (1979). Aspects of diversity in American Higher Education. En H. Gans, N. Glazer, J. Gusfield y C. Jencks (Eds.), *On the making of americans; essays in Honor of David Reisman*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Tuomi, I. (2000). Data is more than knowledge: implications of the reversed knowledge hierarchy to knowledge management and organizational memory. *Journal of Management Information Systems*, 6(3), 103-117.
- Tuomi, I. (2004). Economic productivity in the Knowledge Society: A critical review of productivity theory and the impacts of ICT. [Version electrónica]. *First Monday*, 9. Disponible en http://firstmonday.org/issues/issue9_7/tuomi/index.html.
- UCLA (2007). Stata Code Fragment. Simulating Discrete (Geometric, Poisson and Zero-Inflated Poisson, Negative Binomial and Zero-Inflated Negative Binomial) Random Variables. Disponible en http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/code/discrete_rv_v2.htm.
- UNESCO (2003). Communiqué of the Ministerial Round Table “Towards Knowledge Societies”, 32nd session of the General Conference of UNESCO, disponible en <http://unesco.org/images/0013/001321/132114f.pdf>.
- Unión Europea. (1997). Green Paper On The Convergence Of The Telecommunications, Media And Information Technology Sectors, And The Implications For Regulation disponible en http://ec.europa.eu/avpolicy/docs/library/legal/com/greenpaper_97_623_en.pdf.
- USC (2003). Regulamento do Centro de TecnoloXías para a Aprendizaxe. Disponible en http://www.usc.es/ceta/normativa/regulamento_ceta.pdf.
- USC (2005). Número de alumnos matriculados.
- USC (2007). A USC en cifras: Datos relevantes da USC. Disponible en <http://www.usc.es/~calidade/cifras/gl/index.htm>.
- Van der Sijde, P., Vogelaar, G., Hoogeveen, A., et al. (2002). Attracting high tech companies, the case of the university of Twente and its region. *Industry and higher education*, 16(2), 97-104.
- Van Dusen, G. (1997). The Virtual Campus: Technology and reform in higher education [Version electrónica]. *ASHE-ERIC Higher Education Report*. Disponible en <http://www.ericdigests.org/1998-1/virtual.htm>.

- Vila, X., y Canay, J. R. (2005). *USC Virtual: fifth years improving services*. Paper presentado en Int. Conf. on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education (m-ICTE).
- Vilaseca, J., Torrent, J., y Díaz, Á. (2002). La economía del conocimiento: paradigma tecnológico y cambio estructural [Version electrónica]. *Working Paper Series, WP02-003*. Disponible en <http://www.uoc.edu/in3/dt/20007/index.html>.
- von Hippel, E. (1994). "Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation. *Management Science*, 40(4), 429-439.
- Vuong, Q. (1989). Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypotheses. *Econometrica*, 57(2), 307-334.
- Ward, M., y Sloane, P. (2002). Non-pecuniary Advantages versus Pecuniary Disadvantages: Job Satisfaction Among Male and Female Academics in Scottish Universities. *Scottish Journal of Political Economy*, 47(3), 273-303.
- Watkins, D. (1979). Prediction of University success: A follow-up study of the 1977 internal intake to the University of New England. *Educational and Psychological Measurement*, 40, 245-249.
- Wedel, M., Desarbo, W., Bult, J., et al. (1993). A latent class poisson regression model for heterogeneous count data. *Journal of Applied Econometrics*, 8(4), 397-411.
- West, J. (1996). Utopianism and National Competitiveness in Technology Rhetoric: The Case of Japan's Information Infrastructure. *The Information Society*, 12(3), 251-271.
- West, L. (1985). Differential prediction of first year university performance for students from different social backgrounds. *Australian Journal of Education*, 29(2), 175-187.
- Whitty, G., y Power, S. (1996). Marketization and privatization in mass education systems. *International Journal of Educational Development*, 20(1), 93-107.
- Winkelmann, R. (1988). Count data models with selectivity. *Econometric Reviews*, 17(4), 339-359.
- Winkelmann, R. (1995). Duration Dependence and Dispersion in Count-Data Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 13(4), 467-474.

- Winkelmann, R. (2000). *Econometric Analysis of Count Data*. Berlin: Springer-Verlag.
- Winkelmann, R., y Zimmermann, K. (1995). Recent developments in count data modelling: theory and application. *Journal of Economic Surveys*, 9(1).
- Wolfe, B., y Zuvekas, S. (1997). Nonmarket Outcomes of Schooling [Version electrónica]. *Discussion Paper Number 1065-95*. Disponible en [Shttp://www.irp.wisc.edu/publications/dps/pdfs/dp106595.pdf](http://www.irp.wisc.edu/publications/dps/pdfs/dp106595.pdf).
- Wolfe, R., y Johnson, S. (1995). Personality as a predictor of college performance. *Educational and Psychological Measurement*, 55, 177-185.
- Xekalaki, E. (1983). The univariate generalised warning distribution in relation to accident theory: proneness, spells or contagion. *Biometrics*, 39, 887-895.
- Yoffie, D. (1996). *Competing in the Age of Digital Convergence*. Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Yogesh, M., Al-Shehri, A., y Jones, J. (1995). National Information Infrastructure: Myths, Metaphors And Realities. Disponible en <http://www.brint.com/papers/nii/>.
- Zack, M. (1999). Developing a knowledge strategy. *California Management Review*, 41(3), 125-144.
- Zack, M. (1999). Managing Codified Knowledge. *MIT Sloan Management Review*, 40(4), 45-58.

A mi madre

A Sonia y Santi

A Cristina

A Jorge

A Andrea, Alex e Iria

A Sandra y Pedro (desde el cariño y el respeto)